

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Политехнический институт
Факультет «Политехнический заочный»
Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»
Направление 20.03.01 «Техносферная безопасность»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой БЖД
_____/А.И.Сидоров/
«__»_____2017г.

Анализ риска при разработке паспорта безопасности опасного производственного
объекта – газифицированной котельной

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР

Руководитель работы, доцент
_____/А.В. Хашковский /
«__»_____2017г.

Автор работы
студент группы ПЗ-559
_____/ Н.А. Заикин /
«__»_____2017г.

Нормоконтролер, доцент
_____/ А.В. Кудряшов /
«__»_____2017г.

Челябинск 2017

АННОТАЦИЯ

Заикин Н.А. Анализ риска при разработке паспорта безопасности опасного производственного объекта – газифицированной котельной – Челябинск: ЮУрГУ, 2017г., 75 стр., 9 ил., 25 табл., библиогр. список – 24 наим., 2 прил., альбом иллюстраций – 13 листов.

Объектом дипломного проекта является газифицированная котельная.

Цель данной дипломной работы – анализ риска, изучение требований, методов разработки, паспорта безопасности опасного производственного объекта.

В теоретической части дипломного проекта раскрыты понятия и виды риска, методика расчета риска при разработке паспорта безопасности опасного производственного объекта.

В практической части произведен расчёт и анализ рисков, дана общая характеристика газифицированной котельной.

Разработаны рекомендации по устранению риска, рассчитан экономический эффект от предложенных рекомендаций.

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Заикин Н.А.			Анализ риска при разработке паспорта безопасности опасного производственного - объекта газифицированной котельной	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Хашковский А.В.					4	75
Н. Контр.		Кудряшов А.В.				ЮУрГУ Кафедра БЖД		
Утв.		Сидоров А.И.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПАСПОРТА БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА	8
1.1 Понятие и виды риска при разработке паспорта безопасности опасного производственного объекта	8
1.2 Методика расчета риска при разработке паспорта безопасности опасного производственного объекта	18
2. АНАЛИЗ РИСКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПАСПОРТА БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА – ГАЗИФИЦИРОВАННОЙ КОТЕЛЬНОЙ	30
2.1 Общая характеристика газифицированной котельной	30
2.2 Расчет и анализ рисков при разработке паспорта безопасности опасного производственного объекта – газифицированной котельной	36
3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРАНЕНИЮ РИСКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПАСПОРТА БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА – ГАЗИФИЦИРОВАННОЙ КОТЕЛЬНОЙ	57
3.1 Рекомендации по устранению риска при разработке паспорта безопасности опасного производственного объекта – газифицированной котельной	57
3.2 Экономический эффект от предложенных рекомендаций	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	69
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	71
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Ситуационный план объекта.....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Построение зон индивидуального риска.....	75

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		5

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В нашей стране на данный момент имеется много документов, законодательных актов, регулирующих вопросы безопасности. Они решают вопросы гражданской обороны, обеспечивают защиту от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций, вопросы, связанные с пожарной безопасностью и безопасностью людей на водных объектах. Однако возникает вопрос: достаточны ли эти документы для обеспечения безопасности не только на региональном уровне, но и на определенных экономических объектах?

В условиях нестабильной политики существует также угроза террористических нападений, направленных прежде всего на объекты жизнеобеспечения, важные стратегические объекты и места массового пребывания людей. Таким образом, возникает следующий вопрос: существуют ли документы, регулирующие действия в таких опасных ситуациях? В чем, это должен быть документ, который рассматривает интересующие вопросы не в общих чертах, а для каждого объекта экономики отдельно. Разумеется, создание такого единого обобщенного документа невозможно, так как все объекты экономики отличаются друг от друга в виде их деятельности, количеством персонала, местоположением и многими другими факторами. Тем не менее, существует документ, разрабатываемый для конкретного экономического объекта. Это так называемые паспорта безопасности.

Паспорта безопасности являются официальным документом и отличаются своей целью. Таким образом, имеется паспорт безопасности опасного объекта, паспорт безопасности, паспорт антитеррористической безопасности. На основе данных этих паспортов разрабатывается паспорт безопасности на территории. Эти документы касаются безопасности экономического объекта перед лицом любой опасности.

Актуальность работы обусловлена тем, что в современных условиях заблаговременное выявление и предупреждение рисков, а так же предотвращение

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		6

и уменьшение последствий чрезвычайных ситуаций является вопросом первой важности.

Цель данной дипломной работы – анализ риска, изучение требований, методов разработки, паспорта безопасности опасного производственного объекта.

Исходя из этого выстраивается ряд задач:

– рассмотреть понятие и виды риска при разработке паспорта безопасности опасного производственного объекта;

– представить общую характеристику газифицированной котельной;

– провести расчет и анализ рисков при разработке паспорта безопасности опасного производственного объекта – газифицированной котельной;

– представить рекомендации по устранению риска при разработке паспорта безопасности опасного производственного объекта – газифицированной котельной;

– рассчитать экономический эффект от предложенных рекомендаций.

Объектом исследования в работе является газовая котельная.

Предметом исследования – методика анализа риска при разработке паспорта ОПО.

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		7

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПАСПОРТА БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА

1.1 Понятие и виды риска при разработке паспорта безопасности опасного производственного объекта

В научной литературе существуют различные интерпретации термина «риск», и часто в него вкладывается различное содержание. Например, риск терминологии страхования используется для обозначения объекта страхования (промышленного предприятия или фирмы), страхового случая (наводнения, пожара, взрыва и т. д.), Страховой суммы (опасности в денежном выражении) или в виде коллективного Срока для нежелательных или неопределенных событий. Экономисты и статистики, которые сталкиваются с этими проблемами, понимают риск как меру возможных последствий, которые могут произойти в какой-то момент в будущем. В психологическом словаре риск рассматривается как действие, направленное на привлекательную цель, достижение которой включает элементы опасности, угрозу утраты, неудачи или как ситуационную характеристику деятельности, состоящую в неопределенности ее результатов и возможные неблагоприятные последствия в случае неудачи или как мера неудачи в случае неудачи. В деятельности, определяемой сочетанием вероятности и величины неблагоприятных последствий. Ряд интерпретаций выявляет риск, связанный с вероятностью возникновения аварии, опасности, аварии или катастрофы при определенных условиях (состоянии) производства или окружающей среды человека. В приведенных выше определениях подчеркивается важность активной деятельности субъекта и объективные свойства окружающей среды.

Общим во всех вышеперечисленных представлениях является то, что риск подразумевает неопределенность – произойдет ли нежелательное событие и возникнет ли неблагоприятное условие. Следует отметить, что в соответствии с

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		8

современными взглядами риск обычно интерпретируется как вероятностная мера возникновения техногенных или природных явлений, сопровождающаяся появлением, формированием и эксплуатацией опасностей, а также социальными, экономическими, экологическими и другими видами нанесенный ущерб (вред). Как правило, ущерб означает нанесение физического ущерба или иного вреда здоровью людей или вреда имуществу или окружающей среде.

Риск аварии – мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на опасном производственном объекте и тяжесть ее последствий. Основными количественными показателями риска аварии являются:

технический риск – вероятность отказа технических устройств с последствиями определенного уровня (класса) за определенный период функционирования опасного производственного объекта;

индивидуальный риск – частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварий;

потенциальный территориальный риск – частота реализации поражающих факторов аварии в рассматриваемой точке территории;

коллективный риск – ожидаемое количество пораженных в результате возможных аварий за определенное время;

социальный риск, или F/N-кривая – зависимость частоты возникновения событий F, в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек, от этого числа N. Характеризует тяжесть последствий (катастрофичность) реализации опасностей.

Все вышеупомянутые (или подобные) интерпретации термина «риск» в настоящее время используются при анализе опасностей и управлении безопасностью (риском) технологических процессов и отраслей в целом.

Формирование опасных и чрезвычайных ситуаций является результатом определенного набора факторов риска, создаваемых соответствующими источниками. Что касается проблемы безопасности жизнедеятельности, такое событие может быть ухудшением здоровья или смерти человека, несчастным случаем или катастрофой технической системы или устройства, загрязнением или

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		

разрушением экологической системы, смертью группы людей или Увеличение смертности, материальный ущерб от осознанных опасностей или увеличение расходов на обеспечение безопасности.

Каждое нежелательное событие может возникнуть в отношении конкретной жертвы – объекта риска. Соотношение объектов риска с нежелательными событиями позволяет нам различать индивидуальные, технические, экологические, социальные и экономические риски. Каждый из них определяется характеристическими источниками и факторами риска, классификация и характеристики которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация и характеристика видов риска

Вид риска	Объект риска	Источник риска	Нежелательное событие
Индивидуальный	Человек	Условия жизнедеятельности человека	Заболевание, травма, инвалидность, смерть
Технический	Технические системы и объекты	Техническое несовершенство, нарушение правил эксплуатации технических систем и объектов	Авария, взрыв, катастрофа, пожар, разрушение
Экологический	Экологические системы	Антропогенное вмешательство в природную среду, техногенные чрезвычайные ситуации	Антропогенные экологические катастрофы, стихийные бедствия
Социальный	Социальные группы	Чрезвычайная ситуация, снижение качества жизни	Групповые травмы, заболевания, гибель людей, рост смертности
Экономический	Материальные ресурсы	Повышенная опасность производства и природной среды	Увеличение затрат на безопасность, ущерб от недостаточной защищенности

В 1990-х годах, в период болезненного перехода России к рыночным отношениям, реализации фундаментальных экономических реформ и массовой приватизации промышленных предприятий, значительного числа владельцев экономических объектов, которые представляли потенциальную опасность для

населения в связи с тем, что опасные вещества на этих объектах игнорируются. Обеспечение промышленной безопасности и защита населения (территорий) от чрезвычайных ситуаций, уделяя первоочередное внимание получению высокой прибыли. В то же время для российского населения угроза функционирования потенциально опасных объектов была обусловлена значительным их количеством (более 2,5 тыс. Химически опасных объектов, более 1,5 тыс. Ядерных и радиационно-опасных объектов, около 8 тыс. Взрывоопасные объекты, более 29 тысяч гидравлических сооружений давления), проживающих в зонах возможного воздействия повреждающих факторов аварий более 100 миллионов жителей страны, а также значительное обесценивание основных средств, низкий уровень трудовой и технологической дисциплины.

Проблема анализа опасности и оценки риска появилась в Российской Федерации с 1997 года, с принятием закона о промышленной безопасности опасных производственных объектов – федеральный закон № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [1] законодательно закреплены требования, обеспечивающие защиту жизненно важных интересов Человека и общества от промышленных аварий, в том числе. Аварии, которые могут привести к крупномасштабным чрезвычайным ситуациям.

Статья 14 указанного федерального закона устанавливает обязательство разработать в рамках проектной документации на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, сохранение и ликвидацию опасных производственных объектов (ГКО) деклараций промышленной безопасности, которые должны содержать:

- результаты комплексной оценки рисков несчастных случаев и связанных с ними угроз;
- анализ адекватности мер по предотвращению несчастных случаев, обеспечение готовности организации управлять ПБО в соответствии с требованиями промышленной безопасности и локализации и ликвидации последствий аварий в ОПО;

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		11

– перечень и описание мер, направленных на сокращение масштабов последствий аварий и размера ущерба, причиненного в случае аварий в ГКО.

При разработке положений Федерального закона «О промышленной безопасности ОПО» Постановлением Правительства Российской Федерации от 02 февраля 1998 года № 142 «О сроках декларации промышленной безопасности существующей ОПО». Было указано, что обязательным является не только разработка, но и эксплуатация ОПО.

Вышеупомянутый закон стал вехой и позволил значительно улучшить состояние промышленной безопасности в России. Однако в соответствии с положениями федерального закона «О промышленной безопасности ОПО» могут быть объявлены только объекты, на которых распространяется значительное количество опасных веществ, как указано в приложении 2 к закону.

В то же время для промышленных объектов, получающих, использующих, обрабатывающих, хранящих и транспортирующих опасные вещества в количествах, даже немного ниже, чем указано в приложении 2 к закону, разработка любых документов, содержащих результаты оценки риска несчастных случаев, анализ адекватность мер, направленных на снижение риска несчастных случаев и смягчение их последствий, не была предоставлена. Следует отметить, что уровень рабочей и технологической дисциплины, как правило, ниже на небольших промышленных объектах, чем на крупных объектах, а износ основных производственных фондов выше, поэтому риск несчастных случаев выше, а степень тяжести их последствия больше.

В то же время объявленные объекты по просьбе граждан и общественных организаций обязаны представить информационный лист декларации промышленной безопасности, которая является приложением, содержащий информацию об опасных веществах и их количество. Информацию о масштабах и последствиях возможных аварий, меры безопасности, а также информацию о методах уведомления и необходимых действиях населения в случае аварий. На объектах, которые не подлежат декларированию промышленной безопасности, любые документы, содержащие информацию о потенциальной опасности этих

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		12

объектов и предназначенные для информирования общественности о возможных угрозах антропогенного характера, не предусмотрены законодательством.

Таким образом, в конце 1990-х годов возникла ситуация, когда руководители муниципальных образований и субъектов Российской Федерации, а также федеральные органы исполнительной власти представляли всю степень опасности для общественности заявленных ГКО, но не полностью обладали информацией об опасностях других потенциально опасных объектов.

Аналогичная ситуация сложилась и с гидротехническими сооружениями, чьи несчастные случаи могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью человека или ущерб окружающей среде, значительные материальные потери и разрушение средств к существованию людей. Статья 10 Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [2] определила обязательную компиляцию на этапах проектирования, строительства, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, снятия с эксплуатации гидротехнических сооружений, а также после их реконструкции, капитального ремонта, восстановления или сохранения декларации безопасности гидравлической структуры. Представляет собой документ, содержащий информацию, подтверждающую безопасность гидравлической структуры и критерии безопасности. Определение мер по обеспечению безопасности гидравлической структуры, с учетом его класса. В то же время в пункте 2 Положения о декларации гидротехнических сооружений, утвержденном постановлением правительства от 6 ноября 1998 года, № 1303, указывается, что декларация безопасности гидротехнических сооружений является обязательной, только если могут произойти несчастные случаи гидротехнических сооружений к чрезвычайным ситуациям. Кроме того, в статье 21 Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» указывается, что гидравлические структуры, действующие после вступления в силу настоящего Федерального закона, безоговорочно вводятся в Российский регистр гидротехнических сооружений, даже без представления Декларации безопасности гидротехнических сооружений. Это положение также осложняло деятельность территориальных

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		13

органов исполнительной власти в оценке потенциальной опасности функционирования гидротехнических сооружений для последующей разработки эффективных мер, направленных на предотвращение гидродинамических аварий.

Паспорт безопасности опасного объекта разрабатывается для решения следующих задач [14]:

- определения показателей степени риска чрезвычайных ситуаций для персонала опасного объекта и проживающего вблизи населения;
- определения возможности возникновения чрезвычайных ситуаций на опасном объекте;
- оценки возможных последствий чрезвычайных ситуаций на опасном объекте;
- оценки возможного воздействия чрезвычайных ситуаций, возникших на соседних опасных объектах;
- оценки состояния работ по предупреждению чрезвычайных ситуаций и готовности к ликвидации чрезвычайных ситуаций на опасном объекте;
- разработки рекомендаций по снижению риска и смягчению последствий чрезвычайных ситуаций на опасном объекте.

Паспорт разрабатывается на основе типового документа, утвержденного приказом МЧС России от 4 ноября 2004 года N 506, [9] который устанавливает основные требования к структуре, составу и оформлению паспорта безопасности опасного объекта.

Один из наиболее часто задаваемых вопросов – какие объекты опасны и для каких из них необходимо разработать Паспорт. Действительно, в настоящее время нет определения термина «опасный объект» в нормативных правовых актах Российской Федерации.

Федеральный закон «О промышленной безопасности ОПО» предусматривает критерии классификации промышленных объектов как опасных производственных объектов. Это объекты, на которых:

1. Получают, используют, обрабатывают, формируют, хранят, транспортируют, уничтожают: легковоспламеняющиеся вещества; Окисляющие

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		14

вещества; Горючие вещества; взрывчатые вещества; Токсические вещества; Высокотоксичные вещества; Вещества, которые опасны для окружающей среды.

2. Используется оборудование, используемое при давлении более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 1150 ° С.

3. Постоянно установлены подъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры.

4. Получены расплавы черных и цветных металлов и сплавов на основе этих расплавов.

5. Добыча полезных ископаемых, минеральная обработка и подземные работы.

Статья 48.1 «Градостроительного кодекса Российской Федерации» от 29 декабря 2004 года № 190-ФЗ (ред. От 18.06.2017 г.) определены критерии классификации объектов как особо опасных и технически сложных:

1) объекты использования атомной энергии (включая ядерные объекты, хранилища для ядерных материалов и радиоактивных веществ);

2) гидротехнические сооружения первого и второго классов, устанавливаемые в соответствии с законодательством о безопасности гидротехнических сооружений;

3) средства кабельной связи и сооружения связи, являющиеся особо опасными, технически сложными в соответствии с законодательством Российской Федерации в области связи;

4) линии электропередачи и другие объекты электросетевого хозяйства с напряжением 330 киловольт или более;

5) объекты космической инфраструктуры;

6) аэропорты и другие объекты авиационной инфраструктуры;

7) объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования;

8) метрополитены;

9) морские порты, за исключением морских специализированных портов, предназначенных для обслуживания маломерных, спортивных парусных и прогулочных судов;

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		15

10) тепловые электростанции мощностью 150 мегаватт и выше;

11) опасные производственные объекты, подлежащие регистрации в государственном реестре в соответствии с законодательством Российской Федерации о промышленной безопасности опасных производственных объектов:

А) опасные производственные объекты I и II классов опасности, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества;

В) опасные производственные объекты, на которых получают, транспортируются, используются расплавы черных и цветных металлов, сплавы на основе этих расплавов с применением оборудования, рассчитанного на максимальное количество расплава 500 килограммов и более;

С) опасные производственные объекты, на которых ведутся горные работы (за исключением добычи общераспространенных полезных ископаемых и разработки россыпных месторождений полезных ископаемых, осуществляемых открытым способом без применения взрывных работ), работы по обогащению полезных ископаемых;

Д) стационарные канатные дороги и канатные дороги постоянно установлены.

В приказе Министерства по чрезвычайным ситуациям России от 28 февраля 2003 года № 105 (зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации от 20 марта 2003 года № 4291) «Об утверждении требований по предупреждению чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах жизнеобеспечения», [5] определение потенциально опасных объектов, которые включают объекты, на которых используются огнеопасные, опасные химические и биологические вещества, их производство, переработка, хранение и транспортировка. В то же время потенциально опасные объекты подразделяются в зависимости от степени опасности в зависимости от масштаба возникающих чрезвычайных ситуаций в пяти классах:

1 класс – потенциально опасные объекты, несчастные случаи на которых могут быть источником возникновения федеральных и / или трансграничных чрезвычайных ситуаций;

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		16

2 класс – потенциально опасные объекты, несчастные случаи на которых могут быть источником возникновения региональных чрезвычайных ситуаций;

3 класс – потенциально опасные объекты, несчастные случаи на которых могут быть источником возникновения территориальных чрезвычайных ситуаций;

4 класс – потенциально опасные объекты, несчастные случаи на которых могут быть источниками возникновения местных чрезвычайных ситуаций;

5 класс – потенциально опасные объекты, несчастные случаи на которых могут быть источниками возникновения местных чрезвычайных ситуаций.

В качестве критериев, на основе которых осуществляется классификация чрезвычайных ситуаций, принято использовать положения Постановления Правительства Российской Федерации № 304 от 21 мая 2007 года «О классификации природных и техногенных аварийных ситуаций», представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Классификация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

Класс ЧС	Критерии классификации			
	Количество пострадавших, (чел.)	Нарушение условий жизнедеятельности, (чел.)	Матер. ущерб (МРОТ) на день возникновения ЧС)	Граница зон распространения поражающих факторов
Локальная	Не более 10	Не более 100	Не более 1 тыс.	Не выходит за пределы объекта
Местная	Свыше 10, но не более 50	Свыше 100, но не более 300	Свыше 1 тыс., но не более 5 тыс.	Не выходит за пределы н.п., города, района)
Территориальная	Свыше 50, но не более 500	Свыше 300, но не более 500	Свыше 5 тыс., но не более 0,5 млн.	Не выходит за пределы субъекта Российской Федерации
Региональная	Свыше 50, но не более 500	Свыше 500, но не более 1000	Свыше 0,5 млн., но не более 5 млн.	Охватывает территорию двух субъектов РФ
Федеральная	Свыше 500	Свыше 1000	Свыше 5 млн.	Выходит за пределы двух субъектов РФ
Трансграничная				Выходит за пределы РФ или ЧС, произошедшая вне РФ, затрагивает территорию РФ

Однако вышеупомянутая резолюция Правительства Российской Федерации не дает ответа на вопрос, произошел ли несчастный случай (например, на швейной фабрике), сопровождаемый зажиганием баллончика с бензином и присутствие одной жертвы к местным чрезвычайным ситуациям и, следовательно, относится ли сама швейная фабрика к опасным объектам, подлежащим сертификации.

Пояснение по этому вопросу приведено приказом МЧС России от 8 июля 2004 г. № 329 «Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях». [6] В котором определяется, какие последствия аварий, стихийных бедствий позволяют им отнести к чрезвычайным ситуациям. Например, чрезвычайные ситуации, источниками которых являются пожары в зданиях (сооружениях), включают пожары, в которых число погибших составляет 2 человека, число госпитализированных 4 человек. И еще, и прямой материальный ущерб – 1500 минимальных зарплат и больше.

1.2 Методика расчета риска при разработке паспорта безопасности опасного производственного объекта

Как известно, основной задачей сертификации опасных (в том числе пожароопасных) объектов является оценка риска, который они создают в результате техногенных аварийных ситуаций для персонала и населения, сравните значения, полученные с максимально допустимым риском и разработать, при необходимости, меры, позволяющие уменьшить этот риск. В свою очередь, риск того, что люди (персонал и население вблизи опасного объекта) будет побежден в определенной степени, зависит от следующих обстоятельств:

- 1) вероятность возникновения аварийной ситуации на опасном объекте;
- 2) модели уменьшения с расстоянием интенсивности повреждающих факторов ЭС;
- 3) вероятность нахождения людей в определенном районе, прилегающем к опасному объекту территории (акватории).

Паспорт безопасности предприятия разрабатывается в соответствии с:

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		18

1) Положением о Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (подпункт 2, пункт 8, раздел III), утвержденным Указом Президента Российской Федерации от 11.07.2004 № 868 «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» [4];

2) Решением совместного заседания Совета безопасности Российской Федерации и президиума Государственного совета Российской Федерации «О мерах по обеспечению защищенности критически важных для национальной безопасности объектов инфраструктуры и населения страны от угроз техногенного, природного характера и террористических проявлений» от 13.11.2003 протокол № 4, подпункт 5а);

3) Приказом МЧС России от 04.11.2004 № 506 «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта» [9];

4) ФНП в области промышленной безопасности. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. Утверждены Приказом Ростехнадзора от 11 марта 2013 года N 96 [10];

5) Руководство по безопасности «методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте – и газохимической промышленности» Утверждена приказом Ростехнадзора от 27 декабря 2013 г. № 646 [11];

б) Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 17 сентября 2015 г. N 365 «Об утверждении руководства по безопасности «Методика оценки риска аварий на технологических трубопроводах, связанных с перемещением взрывопожароопасных газов» [12].

Индивидуальный риск – одна из ключевых концепций анализа рисков – в настоящее время в разных нормативных документах рассматривается по-разному:

1) РД 03-418-01 [15] называет индивидуальный риск частотой поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		19

аварий. В целом, согласно РД 03-418-01, индивидуальный риск количественно выражается отношением количества людей, затронутых до общего числа факторов риска, в течение определенного периода времени. Вообще говоря, существует разница между так называемым реальным (полученным из статистических данных) и потенциалом (предсказанным некоторой математической моделью). Очевидно, что оценка реального риска для любого конкретного объекта: а) малоинформативная, б) непродуктивная, поскольку с риском порядка 10^{-4} года⁻¹, чтобы получить достаточную статистическую информацию об авариях на заправочной станции с персоналом в 10 человек, необходимы данные за 1000 лет. Наблюдения. Если мы обобщим информацию о 1000 АЗС за 10 лет, результат, полученный для любой конкретной АЗС, будет иметь смысл только в том случае, если: а) индивидуальные различия между АЗС не слишком велики; б) ситуация меняется не слишком резко в течение периода наблюдения. Следовательно, обращение с отдельным риском как реальным риском имеет смысл только для сравнительных оценок (как, например, любой другой оценки риска), т. е. только для событий с большой статистикой - например, для выявления перекрестков с наибольшей концентрацией аварий;

2) совершенно по-разному относится к индивидуальному риску ГОСТ Р 12.3.047-2012 [22]. Согласно Федерального закона "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ, статья 2, ч.9 [3]. Индивидуальный риск, а теперь индивидуальный пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара. Характеризует по формуле, индивидуальный риск R , год⁻¹

$$R = \sum_{i=1}^n Q_{n_i} Q(A_i)$$

где Q_{n_i} – условная вероятность поражения человека при реализации i -й ветви логической схемы;

$Q(A_i)$ – вероятность реализации в течение года i -й ветви логической схемы, год⁻¹;

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		20

n – число ветвей логической схемы, это совсем другая величина, учитывающая всё-таки вероятность поражения человека в результате того или иного сценария развития аварии (ЧС).

Этот методический дефект был реализован разработчиками стандарта и исправлен в новом документе – руководстве по оценке пожарного риска [7], в котором индивидуальный риск представляет собой частоту травмы человека в результате Воздействие исследуемых факторов пожара (по какой-то причине только пожар, взрыв).

Отметим, что из определения аварии, приведенной в Федеральном законе «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», [1] разработчики почему-то сняли упоминание о взрыве, после чего определение стало дефектным, не соответствующим теме документа. Несчастные случаи, связанные с пожарами (например, разгерметизация резервуара соляной кислотой). Среди других недостатков следует отметить, что в глоссарии «Руководства ...» нет определения взрыва. «Руководство ...» исправляет ошибки и недостатки ГОСТ Р 12.3. 047-2012 [22]:

1) формула, предложенная для расчета индивидуального риска, действительна только для событий, составляющих полную группу, т. е. Для исхода аварии в любой одной технологической единице. Если человек может получить поражение в результате аварии при различных технологических настройках объекта, о котором идет речь, его нельзя использовать;

2) метод расчета индивидуального риска ГОСТ Р 12.3.047-2012 [22] учитывает вероятность нахождения человека в области повреждающих факторов аварии слишком неявно, вводя понятие «условная вероятность поражения» ». В «Руководстве ...» это делается более четко.

Понятие социального риска в различных эффективных нормативных документах также трактуется по-разному: в РД 03-418-01 [15] социальный риск определяется как функция распределения потерь / повреждений в виде диаграммы F / N , где F вероятность причинения ущерба N (количество погибших или раненых на определенном уровне лица, по меньшей мере, у N человек).

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		21

ГОСТ Р 12.3.047–2012 [22] называет социальный риск «зависимость вероятности (частоты) возникновения событий, состоящая в поражении определенного количества людей, подверженных разрушительным последствиям пожара и взрыва, из числа эти люди. «По-видимому, незначительная разница в выражении «не менее» на самом деле очень важна, поскольку форма диаграмм F / N , построенных по методу РД 03-418-01 и ГОСТ Р 12.3.047–2012, будет поразительно иной: В первом случае диаграмма будет монотонной невозрастающей функцией, состоящей из отрезков горизонтальных линий, во втором – сломанной кривой вполне произвольной формы.

Согласно пункту 6.2 из [1] «использование технологических процессов неприемлемо, если индивидуальный риск превышает 10^{-6} , или социальный риск превышает 10^{-5} ». Метод оценки социального риска, содержащийся в Приложении ГОСТ Р 12.3.047–2012, предлагает следующее:

1) на первом этапе должна быть построена логическая схема, в которой учитываются «различные иницирующие события и возможные варианты их развития».

2) на втором – «вычислить вероятность $Q(A_i)$ реализации каждой из рассмотренных ветвей логической схемы. Если статистические данные, необходимые для вычисления вероятностных параметров, недоступны, то вероятность реализации различных сценариев аварий Рассчитанная по формуле

$$Q(A_i) = Q_{ав} Q(A)_{cm}$$

где $Q_{ав}$ – вероятность аварийного выброса горючего вещества (разгерметизация установки, резервуара, трубопровода);

$Q(A)_{cm}$ – статистическая вероятность развития аварии по i -й ветви логической схемы».

3) далее – для каждой ветви логической схемы значения повреждающих факторов (интенсивность теплового излучения, длительность его действия, избыточного давления и импульса давления) вычисляются с использованием методов, приведенных в приложении В, D, E ГОСТ Р 12.3-047–2012. Расчеты проводятся для заданных расстояний от места, где произошла авария. Количество

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		22

вещества, участвующего в создании повреждающих факторов, оценивается в соответствии с расчетной версией аварии».

4) на четвертом этапе «определяют условные вероятности Q_{ni} . Поражения человека на разных расстояниях r_i от внешней установки при реализации i -й ветви логической схемы. Графические зависимости $Q_{ni} = f(r)$ ».

5) пятый этап предполагает строительство по генеральному плану предприятия вокруг внешней установки пострадавших зон, для каждой из этих зон определяется:

Средняя (зональная) условная вероятность Q_{ni} , j человеческой травмы (j – номер зоны);

Среднее число русских людей, постоянно находящихся в j -й зоне.

6) далее «вычислить ожидаемое число N мертвых людей в реализации i -й ветви логической схемы по формуле

$$N_i = \sum_{j=1}^k Q_{i,j} n_j$$

где k – число рассматриваемых зон поражения, выбираемое исходя из того, что вне k -й зоны все значения $Q_{ni,j} < 10^{-2}$ год $^{-1}$, а в k -й зоне хотя бы одно из значений $Q_{ni,j} > 10^{-2}$ год $^{-1}$ ».

7) наконец, социальный риск S рассчитывают по формуле

$$S = \sum_{i=1}^m Q(A_i)$$

где m – число ветвей логической схемы, для которых $N_i > N_0$ (N_0 – ожидаемое число погибших людей, для которого оценивается социальный риск. Допускается принимать $N_0 = 10$. Если для всех ветвей логической схемы выполняется условие $N_i < N_0$, то рассматривают попарные сочетания ветвей логической схемы (реализация в течение года двух ветвей логической схемы), для которых выполняется условие: $N_{i1,i2} = N_{i1} + N_{i2} > N_0$ ».

Анализ вышеуказанного метода позволяет сделать вывод о том, что он:

1) рассчитан для аварии только на одной технологической установке;

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		23

2) не содержит указаний о том, как рассчитать социальный риск, если имеется несколько технологических установок;

3) игнорирует вероятность нахождения человека в данной точке местности (предполагается, что он равен 1,0);

4) вводит непостижимое ограничение на вероятность Q_{ni} , $k = 10^{-2}$ год⁻¹, когда территория объекта разделена на условные зоны разрушения;

5) не содержит информации (или инструкций источника информации) о значении $Q(A)$ в случае аварии с выбросом других веществ, например ЛВЖ;

6) содержит неопределенное предположение о парном суммировании вероятностей различных сценариев в случае аварии на одной технологической установке;

7) социальный риск, указанный в пункте 3.1.14 настоящего стандарта как функции, предлагается оценивать по числу, которое следует сравнить с предельным значением 10^{-5} лет.

В «Руководстве ...» [5] эти ошибки и несоответствия в ГОСТ Р 12.3.047-2012 частично исправлены, за исключением последнего, указанного в разделе 7): в соответствии с пунктом 5.3 «Руководства». Социальный риск устанавливается с помощью функции:

$$S = \sum_{i=1}^L Q(A_i)$$

где L – число ветвей логической схемы, для которых $N_i > N_0$, следует, что это всё-таки число, которое и предлагается сравнивать с предельно допустимой величиной социального риска, которая для населения в «Руководстве.» приведена и равна 10^{-5} (верхняя граница безусловно неприемлемого риска), а для персонала – нет.

Между тем, международный подход к представлению социального риска в виде диаграммы F/N (вероятность / количество травмированной функции) является гораздо более логичным, поскольку очевидно, что максимально допустимая вероятность аварии должна быть меньше, Больше это влечет за собой

потери. Не может быть максимально допустимого социального риска в виде числа, только в форме отношения:

$$F_{\text{lim}} / N,$$

где F_{lim} является верхним пределом приемлемого риска для N и более затронутым (мертвым), как отмечено в Декларации Российского научного общества по анализу рисков.

Кроме того, основания для ограничения, содержащиеся в [1, 5], неясны, согласно которым социальный риск следует оценивать только в том случае, если прогнозируемое число жертв превышает 10 человек.

По нашему мнению, алгоритм оценки социального риска на опасном участке должен быть следующим:

1) Предположим, что на рассматриваемом опасном объекте есть три потенциальных источника чрезвычайных ситуаций - на топливном складе: есть цистерны № 1, № 2 и автоцистерны. Тогда для каждого i -го потенциального источника CS $i = 1, 2$ и 3 (например, резервуар № 1 с ЛВЖ) всю окрестность (акваторию) S следует разделить на k областей S_k , в пределах которых рассчитанная интенсивность От повреждающих факторов ЧС усредняется.

2) Вероятность Q . (N) смерти N человек (или победа в заданной степени) ($N = 1, 2$) рассчитывается в результате реализации всех возможных сценариев (исходов) V_{ji} развития ЧС На i -й источник (например, пролив горения, объемный взрыв паров, огненный шар). Для этого сначала оцените вероятности:

А) возникновение i -го источника аварийной ситуации A_i (в рассматриваемом случае – разгерметизация резервуара);

В) реализация j -го исхода аварии V_{ji} на i -м источнике аварийной ситуации;

С) смерть человека (или его влияние на заданную степень) C_j (S_k), расположенного в данной области S_k , из-за воздействия поражающего фактора вычисленной интенсивности при реализации j -го Сценарий чрезвычайной ситуации;

Д) обнаружение N людей D (N, S_k) во время аварии в рассматриваемой области S_k .

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		25

Тогда, принимая во внимание статистическую независимость вышеупомянутых величин, вероятности $Q(N)$ для $N = 1, 2, 3$ вычисляются по соотношению

$$Q_i(N) = A_i \sum_k \sum_j B_{ji} C_j(S_k) D(\tilde{N}, S_k)$$

1) Подсчитывается вероятность $P(N)$ поражения N человек в результате возникновения аварий на всех потенциальных источниках ЧС (в рассматриваемом примере – резервуарах № 1 и № 2, а также автоцистерне).

При этом следует учесть три обстоятельства:

а) вероятность поражения человека при аварии более чем на одном источнике ЧС рассматривать вряд ли целесообразно, т. к. если это спонтанное событие, то вероятность одновременной реализации двух независимых событий исчезающе мала, если же эти аварии инициированы одной общей внешней причиной, тогда все A_i равны вероятности этого внешнего воздействия;

б) необходимость учёта сочетанного действия разных поражающих факторов может возникнуть только при одновременной реализации аварий на двух и более источниках ЧС (т. к. на одном источнике это события взаимоисключающие) – это экзотический сценарий типа падения самолёта на склад ГСМ.

в) входящие в формулу параметры имеют следующие порядки величины:

$$A_i \approx 10^{-3} - 10^{-8}$$

$$B_{j,i} \approx 10^{-1}$$

$$C_j(S_k) \approx 10^{-1} - 10^{-2}$$

$$D(\tilde{N}, S_k) \approx 10^{-1}$$

Таким образом, с достаточной для поставленной задачи точностью вероятность $P(N)$ может быть найдена по соотношению

$$P(\tilde{N}) = \sum_i Q_i(\tilde{N})$$

т. о. $Q_i(N)$ рассматриваются как несовместные события.

2) Подсчитывается суммарная вероятность $F(N)$ гибели N и более человек в результате ЧС на рассматриваемом опасном объекте:

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		26

$$F(N) = 1 - \prod_{N \geq \tilde{N}} [1 - P(\tilde{N})]$$

т. е. в расчёте участвуют только те сценарии, в которых прогнозируется гибель N и более человек.

3) Полученная зависимость изображается графически в виде отрезков прямых, параллельных оси абсцисс.

4) Далее следует проанализировать, не выходит ли полученная кривая из области допустимых значений.

Предложенный алгоритм проиллюстрирован простейшим примером топливозаправочного пункта (ТЗП) с единственным наземным резервуаром с дизельным топливом (д/т).

Под коллективным риском в методологии риск анализа понимается математическое ожидание потерь (гибели людей) при реализации всей совокупности возможных сценариев развития ЧС на рассматриваемом объекте. Для дискретной случайной величины N (число погибших) математическое ожидание

$$\bar{N} = \sum_{i=1}^m N_i P_i$$

где N_i – прогнозируемое число погибших при реализации i -го сценария;

P_i – вероятность события, заключающегося в гибели N человек при реализации i -го сценария;

m – число возможных сценариев.

В общем вероятность реализации i -го сценария не равна вероятности события, заключающегося в гибели людей при этом сценарии. Таким образом, формула для расчёта коллективного риска

$$C = \sum_{i=1}^l Q(A_i) N_i$$

где N – прогнозируемое число погибших при реализации i -го сценария неверна, т.к. не учитывает вероятности попадания людей в зону поражения. Например, при обслуживании газифицированной котельной, оборудованной котлами-автоматами, оператор каждый час для визуального контроля заходит в помещение

котельного зала на пять минут. Это обстоятельство следует учитывать при расчёте коллективного риска.

Как известно, в рамках методологии анализа рисков существует четкое понимание того, что все полу численные оценки имеют некоторую степень неопределенности, имеющую следующее происхождение:

А) неадекватность математического описания, используемого в физическом процессе (взрыв или горение), то есть неадекватность модели [1, 5, 6];

В) неполнота и неточность исходной информации о величине параметров вычислительной модели. Дело в том, что при анализе риска последствий аварии обычно используется ряд предположений, которые в конечном итоге в конечном итоге оказывают значительное влияние на ценность полученных оценок. Такими предположениями являются, например:

- количество людей в зоне, пострадавших от повреждающих факторов, в том числе в зависимости от времени возникновения аварии в течение 24 часов;
- время, когда оператору потребуется закрыть ворота в случае утечки газа. В различных условиях он может варьироваться в широком диапазоне значений;
- численное значение параметров, для которых нет указаний в имеющихся нормативных документах, и в силу этого назначаются экспертом;

С) неопределенность, связанная с экспертными оценками, например оценка вероятности потери внешнего источника питания и т. д.

Основными источниками неопределенности в оценке риска являются неточная информация о надежности оборудования и человеческих ошибок, а также неадекватность применяемых моделей аварийного процесса. Например, в справочной литературе данные о частоте отказов элементов часто приводятся в виде интервалов, но их расчетные значения (обычно средние значения) используются в расчетах. Интервальные оценки результата в этом случае могут быть получены, например, с использованием статистического моделирования (метод Монте-Карло), что весьма трудоёмко.

Анализ неопределенностей представляет собой перевод неопределенности исходных параметров и предположений, используемых в оценке риска, на

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		28

неопределенность результатов. Правильная интерпретация оценок риска невозможна без понимания характера неопределенности и количественной оценки (по крайней мере, грубой) величины этой неопределенности. Эта идея может быть проиллюстрирована требованиями к представлению результатов эксперимента, когда наряду с средним значением выборки обязательно указывается доверительный интервал полученных значений. Между тем нет даже намека на то, как оценить неопределенность результата, полученного в анализе риска в доступной НМД.

Таким образом, оценка величины риска является универсальным инструментом для оценки опасностей предприятий разных профилей. Результаты этих оценок используются для разработки различных документов для предприятий. Каждое предприятие, относящееся к категории НМД, должно иметь «Паспорт безопасности для опасного производственного объекта».

Осуществление мер по снижению риска и смягчению последствий чрезвычайных ситуаций, изложенных в паспорте безопасности, в большинстве случаев значительно сократит ущерб, причиненный в результате возможных чрезвычайных ситуаций в ОПО, жизни и здоровью обслуживающего персонала и населения, Экономики и ЧС.

Анализ рисков аварий в ОПО является неотъемлемой частью управления промышленной безопасностью. Анализ рисков состоит в систематическом использовании всей доступной информации для выявления опасностей и оценки риска возможных нежелательных явлений.

Результаты анализа риска используются при декларировании промышленной безопасности ОПО, экспертизе промышленной безопасности, обосновании технических решений для обеспечения безопасности, страхования, экономического анализа безопасности по критериям «затраты-безопасность-выгода», Оценка воздействия экономической деятельности на ЧС и другие процедуры, связанные с анализом безопасности.

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		29

2 АНАЛИЗ РИСКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПАСПОРТА БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА – ГАЗИФИЦИРОВАННОЙ КОТЕЛЬНОЙ

2.1 Общая характеристика газифицированной котельной

Рассматриваемый объект – газовая котельная, расположенная на северной окраине поселка Энск. Котельная предназначена для выработки тепловой энергии и обеспечения теплом жилого сектора и объектов соцкультбыта поселка. Теплоносителем служит вода с параметрами 95–70 °С.

Топливом для котельной служит природный газ по ГОСТ 5542-2014 [23].

Газовое хозяйство котельной включает: надземный подводящий газопровод высокого давления 0,6 МПа до ввода в здание котельной, газорегуляторная установка на внутренней стене котельной, внутренний газопровод низкого давления 0,005 МПа, водогрейный котёл REX – 240 и 2 котла REX – 200. Схема внутреннего газопровода представлена на рисунке 1.

Подводящий газопровод выполнен в надземном исполнении из стальных труб по ГОСТ 10704-91 [24] на опорах и по фасадам зданий. Компенсация температурных удлинений газопровода осуществляется за счет установки П-образных компенсаторов и естественных поворотов трассы для самокомпенсации. Пролет между опорами определен с учетом деформации опор, вызываемых природными воздействиями. Газопроводы защищены от атмосферной коррозии покрытием из двух слоев грунтовки и двух слоев масляной краски желтого цвета.

Снижение давления газа осуществляется в газорегуляторной установке, размещенной в котельной. Газорегуляторная установка имеет одну линию редуцирования, настроенную на снижение давления с высокого (0,6 МПа) до низкого (0,005 МПа). Оборудование газорегуляторной установки включает регулятор давления газа, предохранительно-запорный клапан, предохранительно-сбросной клапан, фильтр газа, запорная арматура (краны шаровые фланцевые, клапан термозапорный, задвижки), манометр технический. Газовое распределительное устройство представляет собой изделие заводского

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		30

изготовления и предназначен для очистки газа от механических примесей, автоматического поддержания выходного давления на заданном уровне независимо от изменения расхода и входного давления, автоматического прекращения подачи газа при аварийных повышении или понижении выходного давления сверх заданных пределов.

Краткое описание систем автоматического регулирования, блокировки, сигнализации и других средств обеспечения безопасности приведено в таблице 3.

Таблица 3– Описание средств обеспечения безопасности

Наименование	Описание
Система автоматического регулирования котлов	<p>Предусматривает контроль над рабочими параметрами котла и горелочного устройства при работе на газообразном топливе, автоматическое управление работой котла (пуск, остановка, аварийная остановка котла, двухпозиционное регулирование теплопроизводительности горелочного устройства по температуре теплоносителя на выходе из котла), а также формирование и выдача сигнала «Авария котла» на щит сигнализации.</p> <p>Средства теплотехнического контроля обеспечивают непрерывное измерение следующих параметров котла:</p> <ul style="list-style-type: none"> • давление газа перед горелкой; • давление газа перед газовыпускными отверстиями горелки; • давление воздуха в смесительной камере горелочного устройства; • температура уходящих газов; • температура воды на выходе из котла; • температура воды на входе в котел; • давление воды на выходе из котла; • давление воды на всасывающем и напорном патрубках насоса котлового. <p>Для управления работой котла и горелки установлен пульт управления водогрейным котлом ПУВК. Он предусматривает прекращение подачи топлива на горелку при возникновении следующих аварийных ситуаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понижение давления газа перед горелкой; • повышение давление газа перед горелкой; • понижение давления воздуха перед горелкой; • взрыв газа в топке котла (датчик устанавливается на газоходе котла); • погасание факела горелки; • повышение или понижение давления воды на выходе из котла; • повышение температуры воды на выходе из котла; • уменьшение расхода воды через котел; • превышение допустимой концентрации СО в помещении котельной (отключение с верхнего уровня); • загазованность помещения котельной (отключение с верхнего уровня); • пожар в котельной (отключение с верхнего уровня);

Продолжение таблицы 3

	<ul style="list-style-type: none"> • отключение электропитания. <p>Пульт управления водогрейным котлом ПУВК обеспечивает автоматическое выполнение следующих операций:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пуск котла по команде оператора; • остановка котла по команде оператора; • аварийная остановка котла при отклонении контролируемых параметров за установленные значения (после аварийной остановки котла предусмотрен пуск котла только после устранения неисправности и съема аварийного сигнала на пульте управления водогрейным котлом); • старт-стоповый режим работы котла при достижении заданного значения температуры воды на выходе из котла; • двухпозиционное регулирование теплопроизводительности горелочного устройства по температуре воды на выходе из котла. <p>Так же на пульте предусмотрена световая сигнализация наличия напряжения на приборах управления и защиты котла, остановки котла (при срабатывании аварийной защиты) и причины срабатывания защиты.</p>
<p>Устройство защиты и блокировки</p>	<p>Воспринимает сигналы датчиков защиты и при аварийном значении любого из этих сигналов обеспечивает останов котельной установки и блокировку ее пуска, а также подачу команд на включение соответствующих устройств аварийной сигнализации. Включение в работу устройств защиты и блокировки производится в процессе пуска котельной установки по сигналам, поступающим от управляющих устройств.</p>
<p>Сигнализация</p>	<p>Устройство аварийной сигнализации вырабатывает команды на включение световых и звуковых сигналов по импульсам команд устройств защиты и блокировки. Световая сигнализация предусмотрена зеленым светом: «Сеть», «Котел включен», «Регулирование» красным светом: «Котел отключен» с расшифровкой причины отключения; «Давление воздуха низкое», «Давление пара высокое», «Уровень воды низкий», «Уровень воды высокий», «Давление газа высокое», «Нет пламени».</p> <p>Имеется охранно-пожарная сигнализация. Автоматическая пожарная сигнализация осуществляется пожарными дымовыми оптико-электронными извещателями, установленными на стене котельной. Автоматическая охранная сигнализация осуществляется охранными объемными радиоволновыми извещателями, установленными на стене котельной.</p> <p>С прибора охранно-пожарной сигнализации выводится сигнал для закрытия отсечного клапана на вводе топлива в котельную.</p> <p>С прибора охранно-пожарной сигнализации сигналы о пожаре передаются на щит сигнализации.</p> <p>Способ оповещения о пожаре— звуковой.</p>

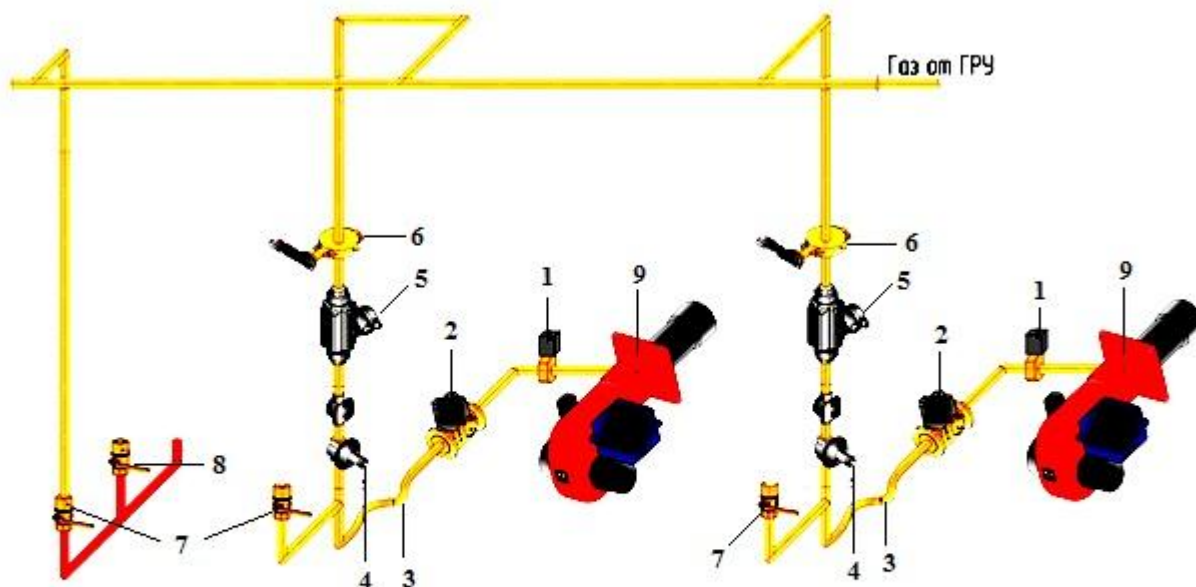


Рисунок 1 – Схема внутреннего газопровода (от ввода до горелок): 1 – газовый дроссель; 2 – Двойной магнитный клапан; 3 – антивибрационный компенсатор; 4 – фильтр-стабилизатор давления; 5 – счётчик газа; 6 – затвор поворотный дисковый; 7, 8 – кран шаровой полнопроходной муфтовый; 9 – горелка

Режим работы основного персонала – односменный, рабочий день 6-часовой; дежурного персонала – круглосуточный.

Количество работающих – 6 человек, в наибольшую смену – 3 человека.

Территория котельной ограждена, не охраняется. На территорию имеется беспрепятственный въезд с дороги, указанной на рисунке 2.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат

План расположения котельной приведен на рисунке 2.

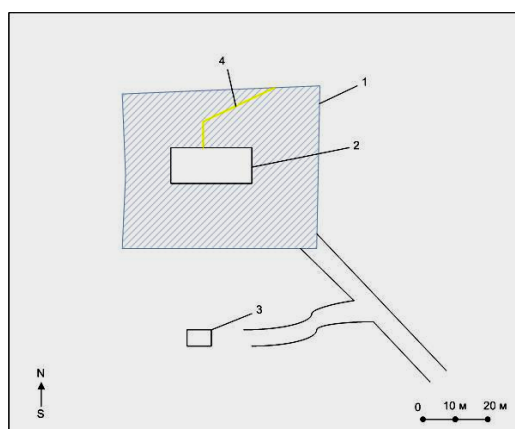


Рисунок 2 – Ситуационный план объекта (схематическое изображение): 1 – граница территории котельной, обозначенная забором без ворот; 2 – здание котельной; 3 – гаражное строение; 4 – наружный газопровод ВД)

По приведенным характеристикам котельная относится к ОПО III класса опасности [1], и зарегистрирована в госреестре ОПО.

Аварийность, травматизм, пожары на опасном производственном объекте за последние пять лет отсутствовали.

На рисунке 3 представлено оборудование для газовой котельной.



Рисунок 3 – Оборудование газовой котельной: 1 – газовый котел; 2 – пульт управления; 3 – нагнетатель воздуха газовой горелки; 4 – газовый дроссель; 5 – электромагнитный клапан; 6 – регулятор давления газа, 7 – фильтр газа.

Данные о размещении близлежащих населенных пунктов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Данные о размещении близлежащих населенных пунктов

Наименование населенного пункта	Удаленность от границ декларируемого объекта	Численность проживающих, чел.	Характер застройки
1. п. N	700 м к юго-западу	1670	Сельское поселение, одноэтажные кирпичные и деревянные дома
2. д. N	2000 м к востоку	140	Деревня дворового типа, одноэтажные деревянные дома

В настоящем разделе представлены краткие характеристики, касающиеся расположения, назначения, технологического оборудования и других параметров,

относящиеся к анализируемому объекту. На основе анализа этих характеристик определен класс опасности рассматриваемого объекта.

2.2 Расчет и анализ рисков при разработке паспорта безопасности опасного производственного объекта – газифицированной котельной

Основными задачами этапа оценки риска являются:

- 1) определение частот происхождения инициирующих и всех нежелательных событий;
- 2) оценка последствий возникновения нежелательных событий;
- 3) обобщение оценок рисков.

Определение расчетных значений риска пожара заключается в расчете индивидуального риска пожара для людей в здании. Показатели степени риска в случае чрезвычайной ситуации описаны в таблице 3. Численным выражением индивидуального риска пожара является частота воздействия опасных факторов пожара (далее – ОФП) на человека в здании. Частота воздействия ОФП определяется для пожароопасной ситуации, которая характеризуется наибольшей опасностью для жизни и здоровья людей в здании.

Таблица 5 – Показатели степени риска при возникновении чрезвычайной ситуации

Наименование показателя	Значение показателя
1. Показатель приемлемого риска, год ⁻¹ для персонала; для населения, проживающего на близлежащей территории	10 ⁻⁶ 10 ⁻⁸
2. Краткая характеристика наиболее опасного сценария развития чрезвычайных ситуаций (последовательность событий)	Разрыв котла REX 200 → разлет осколков, образование ударной волны за счет энергии расширяющегося пара → попадание персонала в зону воздушной ударной волны и осколков → травмирование персонала
3. Показатели степени риска для персонала и населения при наиболее опасном сценарии развития чрезвычайных ситуаций: частота наиболее опасного сценария развития чрезвычайных ситуаций, год ⁻¹ ;	4,50*10 ⁻⁶

Продолжение таблицы 5

<p>количество опасного вещества, участвующего в реализации наиболее опасного сценария, тонн; возможное количество погибших среди персонала, чел.; возможное количество пострадавших среди персонала, чел.; возможное количество погибших среди населения, чел.; возможное количество пострадавших среди населения, чел.; возможное количество населения, у которого могут быть нарушены условия жизнедеятельности с учетом воздействия вторичных факторов поражения и вредного воздействия на окружающую среду, чел.; причина возможного ущерба, тыс. руб.</p>	<p>до 0,46 т природного газа</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>14520,15</p>
<p>4. Размеры зон действия поражающих факторов при наиболее опасном сценарии развития чрезвычайных ситуаций: площадь зон действия поражающих факторов при реализации наиболее опасного сценария развития чрезвычайных ситуаций, м² ; количество разрушенных или поврежденных зданий, сооружений или технологического оборудования в зонах действия поражающих факторов при реализации наиболее опасного сценария развития чрезвычайных ситуаций, (отдельно по "слабой", "средней", "сильной", "полной" в % от общего количества)</p>	<p>11041 м²</p> <p>«слабая» – 17 %; «средняя» – 55 %; «сильная» – 20 %; «полная» – 8 %</p>
<p>5. Краткая характеристика наиболее вероятного сценария развития чрезвычайной ситуации (последовательность событий)</p>	<p>Полная/частичная разгерметизация газового оборудования котла REX 240 → выброс газа → образование зоны загазованности помещения котельной.</p>
<p>6. Показатели степени риска для персонала и населения при наиболее вероятном сценарии развития чрезвычайной ситуации: частота наиболее вероятного сценария развития чрезвычайной ситуации, год⁻¹; количество опасного вещества, участвующего в реализации наиболее вероятного сценария, тонн; возможное количество погибших среди персонала, чел.; возможное количество пострадавших среди персонала, чел.;</p>	<p>1,71 * 10⁻⁵</p> <p>до 80 кг природного газа</p> <p>0</p> <p>0</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат

Продолжение таблицы 5

возможное количество погибших среди населения, чел.;	0
возможное количество пострадавших среди населения, чел.;	0
возможное количество населения, у которого могут быть нарушены условия жизнедеятельности с учетом воздействия вторичных факторов поражения и вредного воздействия на окружающую среду, чел.;	0
причина возможного ущерба, тыс. руб.	264,03
7. Размеры зон действия поражающих факторов при реализации наиболее вероятного сценария развития чрезвычайной ситуации: площадь зон действия поражающих факторов при реализации наиболее вероятного сценария развития чрезвычайной ситуации, м ² ; количество разрушенных или поврежденных зданий, сооружений или технологического оборудования в зонах действия поражающих факторов при реализации наиболее вероятного сценария развития чрезвычайной ситуации (отдельно по "слабой", "средней", "сильной", "полной" в % от общего количества)	1970 м ² (площадь котельной) «слабая» – 0 %; «средняя» – 0 %; «сильная» – 0 %; «полная» – 100 %.
8. Индивидуальный риск для персонала объекта, год ⁻¹	$2,51 \cdot 10^{-6}$
9. Индивидуальный риск для населения на прилегающей территории, год ⁻¹	$<10^{-6}$
10. Коллективный риск (математическое ожидание потерь) - ожидаемое количество пострадавших (погибших) людей (персонала и населения) в результате возможных аварий (чрезвычайных ситуаций) за определенное время (год), чел./год	$1,18 \cdot 10^{-4}$

Виды возможных аварий и характер их воздействия на окружающую среду определяются номенклатурой опасных веществ на площадке, их физическими и химическими свойствами, особенностями технологических процессов, характеристиками используемого технологического оборудования и используемых устройств, а также Особенности их компоновки.

Анализ аварий, происшедших на аналогичных объектах, показывает, что возможные аварии на этих объектах могут сопровождаться пожарами и взрывами

на открытой площадке и в закрытой комнате – комнате.

На опасном объекте могут возникать следующие чрезвычайные ситуации:

- сброс давления газового оборудования котла;
- ошибочные действия персонала при воспламенении воспламенителя котла;
- разгерметизация (разрыв) технологического трубопровода.

В результате обесценения производственных активов увеличивается вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций. Особенно это относится к случаям частичного разгерметизации. К причинам, ведущим к разгерметизации трубопроводов и технологического оборудования, относятся:

- из-за плохого качества металла;
- снижение прочности трубопроводов и запорных клапанов;
- из-за низкого качества швов;
- нарушение герметичности технологического оборудования котла и снижение прочности трубопроводов технологической обвязки.

Вероятность аварийных ситуаций уменьшается с модернизацией оборудования и внедрением современных систем мониторинга и аварийной защиты: установка опасного объекта с датчиками газирования, системами пожаротушения, системой блокировок и аварийных сигналов и т. д.

Факторы износа производственных активов, а также модернизация оборудования отражены в сценариях аварий и строительстве деревьев событий.

Основываясь на анализе причин возникновения и факторов, определяющих исход несчастных случаев, с учетом особенностей используемых технологических процессов, свойств и распределения опасных веществ, можно определить следующие типичные сценарии аварий:

- С-1 – выброс опасного вещества (выброс газа);
- С-2 – сгорание («пожар-вспышка») облака ГПВС на открытой площадке;
- С-3 – взрыв облака ГПВС в замкнутом пространстве (помещении или оборудовании);
- С-4 – факельное горение (горение струи газа);
- С-5 – физический взрыв.

Схемы развития приведенных типовых сценариев аварий представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Схемы развития типовых сценариев аварий

Сценарии	Схема развития сценария
С-1	Выброс газа. Полная/частичная разгерметизация технологического оборудования или трубопровода; выброс газа; образование зоны загазованности территории (помещения).
С-2	Полная/частичная разгерметизация технологического оборудования или трубопровода; выброс газа; образование облака ГПВС; наличие источника воспламенени; воспламенение облака ГПВС («пожарвспышка»); поражение персонала высокотемпературными продуктами сгорания.
С-3	А) Взрыв в помещении. Полная/частичная разгерметизация оборудования или трубопровода в помещении; выброс газа; образование взрывоопасной ГПВС; взрыв ГПВС при наличии источника инициирования; разрушение остекления или полное разрушение здания; распространение ударной волны за пределы аварийного помещения; поражение оборудования и персонала ударной волной, осколками стекол и частями строительных конструкций. Б) Взрыв в котле. Погасание пламени горелок в топке котла; образование взрывоопасной концентрации; поджигание горелок с нарушением требований эксплуатации; взрыв внутри топке попадание персонала в зону воздушной ударной волны и осколков; травмирование персонала.
С-4	Разрыв трубопровода с газом; истечение газа; воспламенение газа при наличии источника инициирования; факельное горение струи газа; поражение персонала и оборудования прямым огнем и термическим воздействием.
С-5	Разрыв оборудования; разлет осколков, образование ударной волны за счет энергии расширяющегося пара; попадание персонала в зону воздушной ударной волны и осколков; травмирование персонала.

Построение сценариев возникновения и развития аварийных ситуаций предусматривает оценку риска для частичных случаев (диаметр отверстия 25 мм) и полное уничтожение оборудования.

Для определения возможных сценариев возникновения и развития аварийных ситуаций использовался метод деревьев логических событий.

Сценарий возникновения и развития аварийных ситуаций на логическом дереве отражается в виде последовательности событий от источника к финальному событию.

Деревья событий для выбранных инициирующих событий представлены на рисунках 4 – 7.

	Мгновенное воспламенение	Воспламенение с задержкой	Конечное событие	Вероятность
Разгерметизация (разрыв) газопровода	Да			
	0,2	Да	Факельное горение	0,2хР
Р	нет	0,24	Пожар-вспышка ГВС	0,192хР
	0,8	нет		
		0,76	Загазованность площадки	0,1608хР

Рисунок 4 – «Дерево событий» при разгерметизации (разрыве) газопроводов на открытой площадке

	Срабатывание датчика загазованности	Наличие источника воспламенения	Конечное событие	Вероятность
Разгерметизация оборудования (выброс газа)	Да			
	0,9	Да	Ликвидация аварийной ситуации	0,9хР
Р	нет	0,05	Взрыв ГВС в помещении	0,005хР
	0,1	нет		
		0,95	Загазованность помещения	0,095хР

Рисунок 5 – «Дерево событий» при разгерметизации (разрыве) газопроводов в помещении

Розжиг с выполнением требований			Вероятность
			0,95xP
Погасание горелок котла	0,95		Локализация последствий, рассеивание газов
P	Нарушение требований	0,9	Взрыв внутри котла
		0,05	
			0,1

Рисунок 6 – «Дерево событий» при погасании горелок котла

Срабатывание клапана, локализация аварийной ситуации			Вероятность
			0,95xP
Превышения давления в котле	0,95		Физический разрыв
P	Нарушение требований	0,05	

Рисунок 7 – «Дерево событий» при нарушении правил эксплуатации котлов

Частота каждого сценария развития аварийной ситуации рассчитывается путем умножения частоты основного события на условную вероятность финального события.

Вероятность возникновения событий, вызвавших чрезвычайную ситуацию, представлена в таблице 7, были определены на основе статистических данных, нормативных документов и литературных источников.

Таблица 7 – Вероятность возникновения иницирующих событий

№ п/п	Иницирующее событие	Вероятность, год ⁻¹
1	Разгерметизация технологического трубопровода (D=200 мм)	$4,7 * 10^{-7}$
2	Разгерметизация технологического трубопровода (D=300 мм)	$2,0 * 10^{-7}$
3	Разгерметизация оборудования под давлением	$9,0 * 10^{-5}$
4	Погасание пламени горелки	$3,8 * 10^{-4}$

При дальнейшем рассмотрении оборудования в случае аварий, при которых возможны по существу различные последствия по масштабу, в зависимости от частичного или полного разгерметизации, символы «h» и «p», соответственно,

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат
------	------	----------	-------	-----

вводятся в обозначение сценария.

Результаты расчета вероятностей возможных аварий на объекте (с учетом количества и типа установленного технологического оборудования) приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Вероятности реализации различных сценариев аварий

№ п/п	Наименование оборудования	Сценарий	Частота (1/год)
1	Наружный газопровод	С-1	$1,82 * 10^{-5}$
		С-2	$5,76 * 10^{-6}$
		С-4	$6,00 * 10^{-6}$
2	Внутренние газопроводы	С-1	$2,23 * 10^{-6}$
		С-3А	$1,18 * 10^{-7}$
3	Котёл REX – 200	С-1	$8,55 * 10^{-5}$
		С-3Б	$9,50 * 10^{-6}$
		С-5	$2,25 * 10^{-5}$
4	Котёл REX – 240	С-1	$3,42 * 10^{-5}$
		С-3Б	$3,80 * 10^{-6}$
		С-5	$9,00 * 10^{-6}$

Количество пожароопасных веществ, попавших в окружающую область и которые могут образовывать взрывоопасные смеси газ, пар, воздух или разливы горючих и горючих жидкостей на подстилающей поверхности, определяется на основе следующих предпосылок:

- произошла авария одного из котлов или трубопроводов;
- все содержимое аппарата, трубопровод входит в окружающее пространство;
- предполагаемое время отключения трубопроводов составляет 300 с (ручное выключение).

При оценке количества опасных веществ (далее – ОВ), участвующих в создании повреждающих факторов, принимаются следующие условия:

- для взрыва в открытом пространстве – коэффициент участия паров во взрыве равен 0,1;
- в случае взрыва в помещении коэффициент участия для горючих паров составляет 0,3;
- при взрывах (взрывах) хлопка масса опасного вещества равна массе топлива, которое создает стехиометрическую смесь;
- при образовании взрывоопасной зоны – всей массы образующихся паров;

– при сжигании факелов – всю массу, содержащуюся в оборудовании, и выброшенную в окружающую среду.

Информация о количестве опасных веществ, участвующих в чрезвычайных ситуациях, представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Количество опасных веществ, участвующих в аварийных ситуациях

№ п/п	Наименование оборудования	Сценарий	Количество опасного вещества, т	
			участвующего в аварии	участвующего в создании поражающих факторов
1	2	3	4	5
1	Наружный газопровод	С-1	1,3	1,3
		С-2		0,13
		С-4		1,3
2	Внутренние газопроводы	С-1	1,3	1,3
		С-3А		0,39
3	Котёл REX 200-1	С-1	0,08	0,08
		С-3Б		0,08
		С-5		0,08
4	Котёл REX 200-2	С-1	0,08	0,08
		С-3Б		0,08
		С-5		0,08
5	Котёл REX 240	С-1	0,44	0,44
		С-3Б		0,44
		С-5		0,44

Зона загрязнения газа определялась размером зоны, которая ограничена нижним пределом концентрации распространения пламени (НКПР) газов и паров нефтепродуктов.

Количественная оценка параметров облака ГПВС ограниченного НКПР проводилась в соответствии с ГОСТ Р 12.3.047-2012.

Таблица 10 – Результаты расчета зон НКПР

Наименование оборудования	Сценарий	Характеристика зоны действия ПФ	
		Параметр	Значение
1	2	3	4
Наружный газопровод	С-1	Размеры зон, ограниченных НКПР, м:	
		- радиус зоны НКПР, м	37,7
		- высота зоны НКПР, м	1,3

Продолжение таблицы 10

Внутренние газопроводы	С-1	Размеры зон, ограниченных НКПР, м: - радиус зоны НКПР, м - высота зоны НКПР, м	37,7 1,3
Котёл REX 200-1	С-1	Размеры зон, ограниченных НКПР, м: - радиус зоны НКПР, м - высота зоны НКПР, м	15,0 0,5
Котёл REX 200-2	С-1	Размеры зон, ограниченных НКПР, м: - радиус зоны НКПР, м - высота зоны НКПР, м	15,0 0,5
Котёл REX 240	С-1	Размеры зон, ограниченных НКПР, м: - радиус зоны НКПР, м - высота зоны НКПР, м	26,3 0,9

Характер сжигания сжиженного нефтяного газа можно классифицировать как «вспышку», которая характеризуется небольшим избыточным давлением продуктов сгорания в передней части ударной волны (не превышает 7 кПа), что практически не будет иметь никакого отрицательного воздействия на Обслуживающий персонал. Поэтому основным типом негативного воздействия на персонал, который может находиться в непосредственной близости от источника аварии (т.е. в зоне облака, ограниченного ЛСЭ), является разрушение высокотемпературных продуктов сгорания ГПВС.

Результаты расчета зон повреждений представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Результаты расчета зон действия ПФ при сгорании («пожаревспышке») ГПВС на открытой площадке

Наименование оборудования	Сценарий	Характеристика зоны действия ПФ	
		Параметр	Значение
Наружный газопровод	С-2	Радиус воздействия высокотемпературных продуктов сгорания, м	45,3

При взрыве в замкнутом пространстве в качестве критериев разрушения здания (помещений) принимаются следующие значения:

- 100 кПа – полное уничтожение зданий;
- 53 кПа – 50 % разрушения зданий;
- 28 кПа – средний ущерб зданиям;
- 12 кПа – умеренный ущерб зданиям (повреждение внутренних перегородок, рамок, дверей и т. д.);
- 3 кПа – небольшой урон (сломанная часть остекления).

Основными поразительными факторами людей при взрыве ГПВС в помещении являются метательное действие взрывной волны и фрагментация в случае разрушения оборудования и внутренних структур.

Количественная оценка параметров воздушных ударных волн при взрывах ГПВС в помещениях проводилась на основе процедуры расчета избыточного давления, создаваемого при сгорании ГПВС в помещении.

Результаты расчета избыточного давления, возникающего при сжигании ГПВС в помещении, представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Результаты расчета зон поражения при взрыве ГПВС в помещении

Наименование оборудования	Сценарий	Характеристика зоны действия ПФ	
		Параметр	Значение
Внутренние газопроводы	С-3А	Максимальное давление в помещении, кПа	25,3
		Степень разрушения здания	средние

Количественная оценка параметров воздушных ударных волн вне аварийного оборудования (во время взрыва внутри оборудования) проводилась в соответствии с процедурой расчета радиуса зон разлома, приведенных в Приложении 2 к РВ 09-540-03 «Общие взрывозащищенные правила для взрывозащищенных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих заводов».

В то же время в качестве критериальных значений степени повреждения соседних зданий и сооружений были взяты следующие параметры:

- 100 кПа – полное уничтожение зданий;
- 70 кПа – сильное разрушение зданий;
- 28 кПа – средний ущерб зданиям;
- 14 кПа – небольшой ущерб зданиям;
- 2 кПа – частичное разрушение остекления.

Таблица 13 – Результаты расчета зон поражения при взрыве внутри оборудования

Наименование оборудования	Сценарий	Характеристика зоны действия поражающего фактора	
		Параметр	Значение
Котёл REX 200-1	С-3Б	Радиусы зон разрушения зданий и сооружений, м:	
		- полное разрушение (100 кПа)	1,3
		- сильное разрушение (70 кПа)	1,8
		- средние повреждения (28 кПа)	3,2
		- слабые повреждения (14 кПа)	9,2
		- малые повреждения (2 кПа)	18,5
Котёл REX 200-2	С-3Б	Радиусы зон разрушения зданий и сооружений, м:	
		- полное разрушение (100 кПа)	1,3
		- сильное разрушение (70 кПа)	1,8
		- средние повреждения (28 кПа)	3,2
		- слабые повреждения (14 кПа)	9,2
		- малые повреждения (2 кПа)	18,5
Котёл REX 240	С-3Б	Радиусы зон разрушения зданий и сооружений, м:	
		- полное разрушение (100 кПа)	3,9
		- сильное разрушение (70 кПа)	5,8
		- средние повреждения (28 кПа)	9,9
		- слабые повреждения (14 кПа)	28,8
		- малые повреждения (2 кПа)	57,6

Результаты расчета риска газовой котельной представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Результаты расчета коллективного и индивидуального риска

№ п/п	Наименование оборудования	Число пострадавших, чел.	Вероятность реализации сценария, 1/год	Коллективный риск, чел./год
1	Наружный газопровод	0	$1,82 \cdot 10^{-5}$	0,00
		1	$5,76 \cdot 10^{-6}$	$5,76 \cdot 10^{-6}$
		1	$6,00 \cdot 10^{-6}$	$6,00 \cdot 10^{-6}$
2	Внутренние газопроводы	0	$2,23 \cdot 10^{-6}$	0,00
		2	$1,18 \cdot 10^{-7}$	$2,36 \cdot 10^{-7}$
3	Котёл REX 200-1	0	$1,71 \cdot 10^{-5}$	0,00
		2	$1,90 \cdot 10^{-6}$	$3,80 \cdot 10^{-6}$
		2	$4,50 \cdot 10^{-6}$	$9,00 \cdot 10^{-6}$
4	Котёл REX 200-2	0	$1,71 \cdot 10^{-5}$	0,00
		2	$1,90 \cdot 10^{-6}$	$3,80 \cdot 10^{-6}$
		2	$4,50 \cdot 10^{-6}$	$9,00 \cdot 10^{-6}$
5	Котёл REX 240	0	$1,71 \cdot 10^{-5}$	0,00
		3	$1,90 \cdot 10^{-6}$	$7,60 \cdot 10^{-6}$
		4	$4,50 \cdot 10^{-6}$	$1,35 \cdot 10^{-5}$

$$R_u = \frac{R_k}{N_0} = 2,51 \cdot 10^{-6}$$

Индивидуальный риск для персонала объекта:

$$R_k = \sum_{i=1}^n Q_j \cdot N_j = 1,18 \cdot 10^{-4}$$

Коллективный риск:

Индивидуальный риск для населения: $< 10^{-6}$

Социальный риск (F/N-кривая) – зависимость частоты возникновения событий, в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек (F), от этого числа N.

F – частота возникновения событий, в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек.

В таблице 15 представлены исходные данные для построения F/N и F/G-диаграмм.

Таблица 15 – Исходные данные для построения F/N и F/G-диаграмм

№ п/п	Наименование оборудования	Сценарий аварийной ситуации	Количество пострадавших, чел.	Вероятность реализации сценария, 1/год	Вероятный ущерб, тыс. руб.
1	Наружный газопровод	С-1	0	$1,82 * 10^{-5}$	8,0
		С-2	1	$5,76 * 10^{-6}$	215,1
		С-4	1	$6,00 * 10^{-6}$	2012,7
2	Внутренние газопроводы	С-1	0	$2,23 * 10^{-6}$	6,4
		С-3А	2	$1,18 * 10^{-7}$	2274,5
3	Котёл REX 200-1	С-1	0	$1,71 * 10^{-5}$	264,03
		С-3Б	2	$1,90 * 10^{-6}$	4840,03
		С-5	2	$4,50 * 10^{-6}$	4840,03
4	Котёл REX 200-2	С-1	0	$1,71 * 10^{-5}$	264,03
		С-3Б	2	$1,90 * 10^{-6}$	4840,03
		С-5	2	$4,50 * 10^{-6}$	4840,03
5	Котёл REX 240	С-1	0	$1,71 * 10^{-5}$	1012,15
		С-3Б	3	$1,90 * 10^{-6}$	12520,15
		С-5	4	$4,50 * 10^{-6}$	14520,15

Для каждого $n=1,2,3,4,5$ необходимо определить сценарии, так чтобы $n=N_i, N_j, N_k, \dots$ и поставить в соответствие $F_n = P_i + P_j + P_k + \dots$

$$n_{\max} = \max \{n\}$$

$$n_{\min} = \min\{n\}$$

$$F_n = \sum_{m=n}^{n_{\max}} F_m \quad \text{или}$$

$$F_{n_{\max}} = F_{n_{\max}} \rightarrow F_{n_{\max}-1} = F_{n_{\max}} + F_{n_{\max}-1} \rightarrow \dots \rightarrow F_n = F_{n+1} + F_n \rightarrow \dots \rightarrow F_{n_{\min}} = F_{n_{\min}+1} + F_{n_{\min}}$$

Данные для построения F/N-диаграммы представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Результаты расчета значений F и N

№ п/п	Количество пострадавших, не менее N, человек	Частота реализации F, год ⁻¹
1	1	$5,67 * 10^{-5}$
2	2	$4,49 * 10^{-5}$
3	3	$1,28 * 10^{-5}$
4	4	$3,80 * 10^{-6}$

Используя полученные дискретные значения F_n и n , можно построить F/N-диаграмму (рисунок 8).

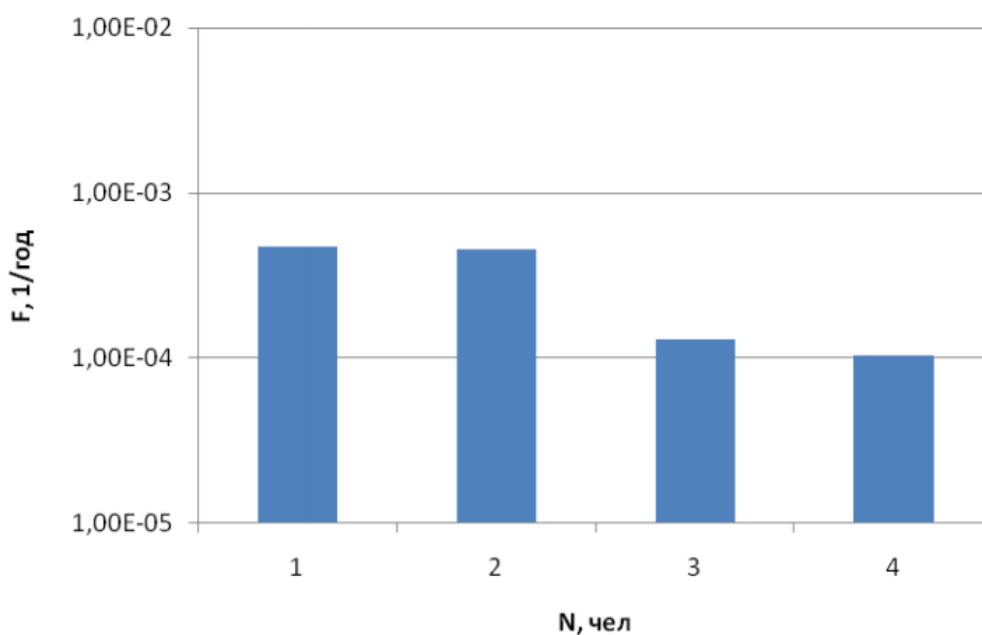


Рисунок 8 – F/N-диаграмма

F/G – диаграммы – зависимость частоты возникновения событий F, в результате которых нанесен ущерб G, от этого числа G.

P_i – вероятность реализации i-го сценария;

G_i' – ущерб при реализации i-го сценария.

На основе множества $\{G_n'\}$ создается множество $\{G_n\}$, так чтобы члены множества шли по возрастанию (множество упорядочивается). Множеству $\{G_n\}$ ставят в соответствие множество $\{F_n'\}$ на основе множества $\{P_n\}$.

Далее подход, аналогичный подходу для F/N-диаграмм.

$$n_{\max} = \max\{n\}$$

$$F_{n_{\max}} = F_{n_{\max}}' \rightarrow F_{n_{\max}-1} = F_{n_{\max}} + F_{n_{\max}-1}' \rightarrow \dots \rightarrow F_n = F_{n+1} + F_n' \rightarrow \dots \rightarrow F_1 = F_2 + F_1'$$

Данные для построения F/G-диаграммы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Результаты расчета значений F и G

№ п/п	Величина ущерба, не менее G, тыс.руб.	Частота реализации F, год ⁻¹
1	6,4	$2,42 * 10^{-4}$
2	8	$2,39 * 10^{-4}$
3	215,1	$1,88 * 10^{-4}$
4	264,02	$1,72 * 10^{-4}$
5	264,03	$1,55 * 10^{-4}$
6	1012,15	$8,63 * 10^{-5}$
7	2012,7	$5,21 * 10^{-5}$
8	2274,5	$4,61 * 10^{-5}$
9	4840,02	$4,60 * 10^{-5}$
10	4840,03	$2,04 * 10^{-5}$
11	12520,2	$1,28 * 10^{-5}$
12	14520,2	$9,00 * 10^{-6}$

Используя полученные дискретные значения F_n и G_n , можно построить F/G-диаграмму (рисунок 9).

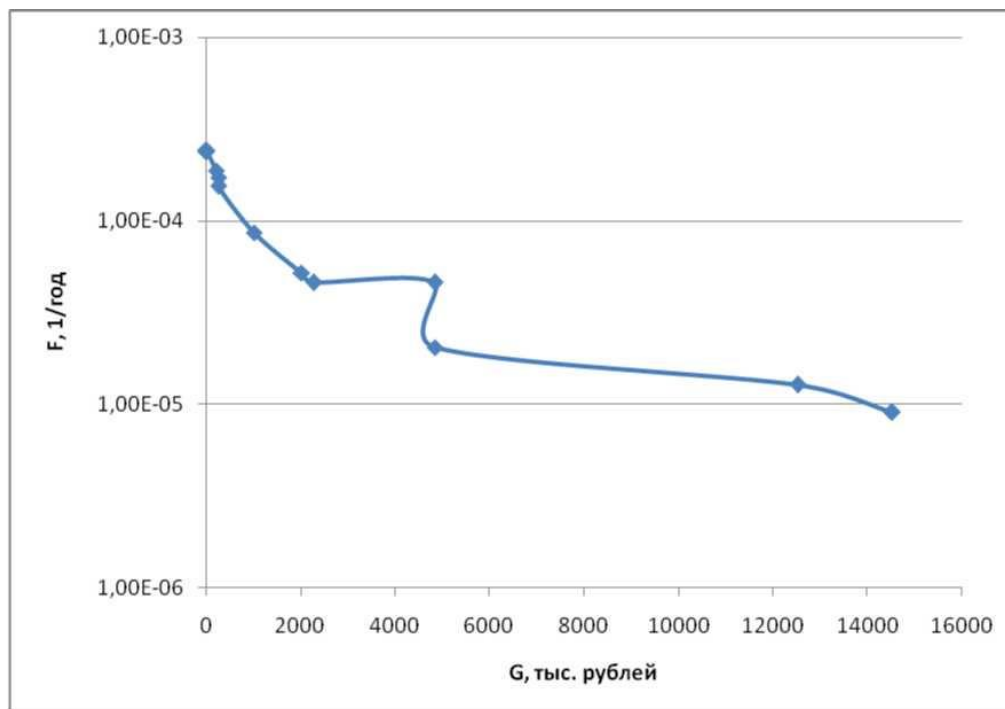


Рисунок 9 – F/G-диаграмма

В таблице 18 представлены результаты оценки риска ЧС.

Таблица 18 – Результаты оценки риска ЧС

№ п/п	Наименование оборудования	Сценарий аварийной ситуации	Безвозвратные потери, чел	Санитарные потери, чел	Вероятность реализации сценария, 1/год	Вероятный ущерб, тыс. руб.
1	Наружный газопровод	С-1	0	0	$1,82 * 10^{-5}$	8,0
		С-2	0	1	$5,76 * 10^{-6}$	215,1
		С-4	1	0	$6,00 * 10^{-6}$	2012,7
2	Внутренние газопроводы	С-1	0	0	$2,23 * 10^{-6}$	6,4
		С-3А	1	1	$1,18 * 10^{-7}$	2274,5
3	Котёл REX 200-1	С-1	0	0	$1,71 * 10^{-5}$	264,03
		С-3Б	1	1	$1,90 * 10^{-6}$	4840,03
		С-5	1	1	$4,50 * 10^{-6}$	4840,03
4	Котёл REX 200-2	С-1	0	0	$1,71 * 10^{-5}$	264,03
		С-3Б	1	1	$1,90 * 10^{-6}$	4840,03
		С-5	1	1	$4,50 * 10^{-6}$	4840,03
5	Котёл REX 240	С-1	0	0	$1,71 * 10^{-5}$	1012,15
		С-3Б	1	2	$1,90 * 10^{-6}$	12520,15
		С-5	2	2	$4,50 * 10^{-6}$	14520,15

На основании данных таблицы 18 можно сделать вывод о показателях степени риска для наиболее опасного и вероятного сценария развития чрезвычайных ситуаций.

Показатели степени риска для наиболее опасного сценария чрезвычайной ситуации:

1. Краткая характеристика наиболее опасного сценария развития ЧС: Разрыв котла REX 240 → разлет осколков, образование ударной волны за счет энергии расширяющегося пара → попадание персонала в зону воздушной ударной волны и осколков → травмирование персонала.

Показатели степени риска для персонала и населения в наиболее опасном сценарии чрезвычайных ситуаций:

- частота наиболее опасного сценария: $4,5 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹;
- количество опасного вещества, участвующего в реализации наиболее опасного сценария: до 0,46 тонны природного газа;
- возможное количество смертей среди персонала: 2 человека;
- возможное число раненых: 2 человека;
- возможное число смертей среди населения: 0 человек;
- возможное количество жертв среди населения: 0 человек;
- величина возможного ущерба: 14520,15 тыс. Руб.

Площадь зон действия повреждающих факторов при реализации наиболее опасного сценария развития аварийных ситуаций: 11041 м².

Количество разрушенных или поврежденных зданий, сооружений или технологического оборудования в пострадавших районах при осуществлении наиболее опасного сценария развития чрезвычайных ситуаций (отдельно для «слабых», «средних», «сильных», «полных» в процентах от общего числа):

- «Слабые» – 17 %;
- «Среднее» – 55 %;
- «Сильный» – 20 %;
- «Полный» – 8 %.

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		52

2. Краткая характеристика наиболее вероятного сценария развития ЧС: Полная/частичная разгерметизация газового оборудования котла REX 200 → выброс газа → образование зоны загазованности помещения котельной.

Показатели степени риска для персонала и населения в наиболее вероятном сценарии чрезвычайной ситуации:

- частота наиболее вероятного сценария: $1,71 \cdot 10^{-5}$ лет⁻¹;
- количество опасного вещества, участвующего в реализации наиболее вероятного сценария: до 80 кг природного газа;
- возможное количество смертей среди персонала: 0 человек;
- возможное количество жертв среди персонала: 0 человек;
- возможное число смертей среди населения: 0 человек;
- возможное количество жертв среди населения: 0 человек;
- величина возможного ущерба: 264,03 тыс. Руб.

Площадь, затронутая повреждающими факторами при реализации наиболее вероятного сценария развития чрезвычайной ситуации: 1970 м² (котельная).

Индивидуальный риск для персонала объекта: $2,51 \cdot 10^{-6}$ чел./год.

Индивидуальный риск для населения на прилегающей территории: меньше приемлемого ($<10^{-6}$).

Коллективный риск (математическое ожидание потерь) – ожидаемое количество пострадавших (погибших) людей (персонала и населения) в результате возможных аварий (чрезвычайных ситуаций) за определенное время (год): $1,18 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹.

Ущерб от аварий на опасных производственных объектах может быть выражен в общем виде формулой:

$$P_a = P_{п.п} + P_{л.а.} + P_{н.в.} + P_{сэ} + P_{экол}$$

где P_a – полный ущерб от аварий, руб.;

$P_{п.п}$ – прямые потери организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, руб.;

$P_{л.а.}$ – затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование аварии, руб.;

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		53

Пс.э. – социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и травматизма людей), руб.;

Пн.в. – косвенный ущерб, руб.;

Пэкол – экологический ущерб (урон, нанесенный объектам окружающей природной среды), руб.;

Прямые потери, Пп.п, от аварий можно определить по формуле:

$$\text{Пп.п.} = \text{По.ф.} + \text{Птм.ц.} + \text{Пим}$$

где По.ф.. – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) основных фондов (производственных и непроизводственных), руб.;

Птм.ц – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) товарно-материальных ценностей (продукции, сырья и т.п.), руб.;

Пим – потери в результате уничтожения (повреждения) имущества третьих лиц, руб.

Затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование аварии, Пл.а. , можно определить по формуле:

$$\text{Пл.а.} = \text{Пл} + \text{Пр}$$

где Пл – расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий аварии, руб.;

Пр – расходы на расследование аварии, руб.

Социально-экономические потери, Псэ, можно определить как сумму затрат на компенсации и мероприятия вследствие гибели персонала, Пг.п. , и третьих лиц, Пг.т.л , и (или) травмирования персонала, Пт.п. , и третьих лиц, Пт.т.л :

$$\text{Псэ} = \text{Пг.п.} + \text{Пг.т.л.} + \text{Пт.п.} + \text{Пт.т.л}$$

Косвенный ущерб, Пн.в., вследствие аварий рекомендуется определять как часть доходов, недополученных предприятием в результате простоя, Пн.п., зарплату и условно-постоянные расходы предприятия за время простоя, Пз.п., и убытки, вызванные уплатой различных неустоек, штрафов, пени и пр., Пш, а также убытки третьих лиц из-за недополученной ими прибыли, Пн.п.т.л.:

$$Пн.в = Пн.п + Пз.п + Пш + Пн.п.т.л.$$

Экологический ущерб, Пэкол, от различных видов вредного воздействия на объекты окружающей природной среды:

$$Пэкол = Эа + Эв + Эп + Эб + Эо$$

где Эа – ущерб от загрязнения атмосферы, руб.;

Эв – ущерб от загрязнения водных ресурсов, руб.;

Эп – ущерб от загрязнения почвы, руб.;

Эб – ущерб, связанный с уничтожением биологических (в том числе лесных массивов) ресурсов, руб.;

Эо – ущерб от засорения (повреждения) территории обломками (осколками) зданий, сооружений, оборудования и т.д., руб.

При расчете экологического ущерба оценке подвергается составляющая, связанная с загрязнением атмосферного воздуха при горении газа. Результаты расчета ущерба представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Результаты расчета ущерба

№ п/п	Наименование оборудования	Сценарий аварийной ситуации	Прямой ущерб, тыс. руб.	Затраты на локализацию, тыс. руб.	Социально экономические потери, тыс. руб.	Общий ущерб от аварии, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	9
1	Наружный газопровод	С-1	7,3	0,7	0,0	8,0
		С-2	13,8	1,4	200,0	215,1
		С-4	11,6	1,2	2000,0	2012,7
2	Внутренние газопроводы	С-1	5,9	0,6	0,0	6,4
		С-3А	67,8	6,8	2200,0	2274,5
3	Котёл REX 200-1	С-1	240,0	24,0	0	264,03
		С-3Б	2400,0	240,0	2200	4840,03
		С-5	2400,0	240,0	2200	4840,03
4	Котёл REX 200-2	С-1	240,0	24,0	0	264,03
		С-3Б	2400,0	240,0	2200	4840,03
		С-5	2400,0	240,0	2200	4840,03

Продолжение таблицы 19

5	Котёл REX 240	С-1	920,1	92,0	0	1012,15
		С-3Б	9200,1	920,0	2400	12520,15
		С-5	9200,1	920,0	4400	13520,15

3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРАНЕНИЮ РИСКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПАСПОРТА БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА – ГАЗИФИЦИРОВАННОЙ КОТЕЛЬНОЙ

3.1 Рекомендации по устранению риска при разработке паспорта безопасности опасного производственного объекта – газифицированной котельной

Эксплуатация газовых котлов является общей схемой подготовки и технического обслуживания котельного и вспомогательного оборудования, непосредственно не связанного с газом, они остаются неизменными. Как при работе котлов на твердом топливе. Эксплуатация газовых котельных после летнего перерыва производится машинистами в присутствии лица, ответственного за эксплуатацию котельной. При этом необходимо выполнить следующую работу:

– при входе в котельную включите аварийное освещение во взрывозащищенном исполнении;

– проветрить котельную в течение 10 минут, независимо от того, ощущается ли запах газа или нет, включив вытяжной вентилятор во взрывозащищенном исполнении (если вентилятор отсутствует, выпустите котельную, открыв окна и двери); включить общее электрическое освещение; проверьте положение клапана: все газовые клапаны и клапаны, за исключением клапанов на продувочных газопроводах. Должен быть закрыт; откройте ворота за всеми котлами, чтобы можно было удалить газ из печи и газопроводов, которые случайно проникли в них из-за возможной неплотности запорной газовой арматуры; откройте первичные регуляторы расхода воздуха или ручные жалюзи I на воздушной линии перед горелками и на нагнетателе под ними, включите вентилятор в работу и выпустите печи и дымоходы всех котлов в течение не менее 10 мин; при смешивании горелок давление воздуха в это время должно быть не менее 40-50 мм воды.

– вынуть пробку из первого затвора в течение газа (это делает представитель городской эксплуатирующей организации, отвечающей за газ);

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		57

– открыть около четверти хода первых ворот на входе для газа, чтобы избежать выброса ртути или воды из жидкого манометра, подключенного к коллектору трубы котла (клапан полностью открывается после достижения рабочего давления в газопроводе);

– поднимите пластину на предохранительном клапане отсечки и соедините крючки ее рычагов;

– открывать все газовые клапаны и краны в процессе работы газа (за исключением клапанов и кранов перед котлами и горелками);

– измерить давление газа на входе газа в регулятор и коллектор газопровода котельной, проверить плотность фланцевых и резьбовых соединений (мыльный раствор наносится кистью, никакие мыльные пузыри не указывают на наличие газа утечки);

– открыть клапан или кран перед пусковым котлом и продуть газопровод в течение 2-5 минут через линию продувки для смещения газоздушнoй смеси;

– перед зажиганием горелок котла закройте клапан на линии продувочного газа.

Эксплуатация газовых котельных включает в себя устранение неисправностей газового оборудования и устранение утечек газа, а также возгорание котлов запрещено руководителем разрешения на запуск котельной на газообразном топливе. Начать и контролировать котлы, работающие на газообразном топливе без автоматики. После проведения всех подготовительных работ вводятся в действие котлы, для которых необходимо:

– зажечь переносной пилот; Принесите освещенный зажигатель через глаз к основной горелке и убедитесь, что его пламя не гаснет;

– медленно открывая кран на горелке, зажигайте газ;

– когда газ загорается и его сгорание стабильно, воспламенитель должен быть погашен; Если газ не загорается или горелка не прекращается, немедленно остановите подачу газа на горелку и снова запустите зажигание после повторного вентилирования печи;

– отрегулировать горение газа, открывая воздушную заслонку;

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		58

Последовательность проверок на профилактику автоматизированной котельной:

- исправность газового, теплового и механического оборудования котельной,
- точность работы устройств автоматической защиты в случае нарушения нормальных условий эксплуатации котельной (выгорание пламени;
- перегрев котла;
- падение вакуума в печи, прекращение циркуляции и т. д.);
- плотность закрытия запорных устройств при приеме сигналов от датчиков системы автоматической защиты;
- работа автоматизации горения;
- исправность системы автоматического управления тепловой мощностью котельной.

Тестирование системы сигнализации состоит в проверке работы сигнальных ламп и звуковых сигналов в диспетчерской и котельной в случае аварийных ситуаций. При наличии механических элементов в системе автоматизации необходимо следить за тем, чтобы в таких устройствах не было коррозии движущихся частей, застревание при работе. В электрических системах, которые в настоящее время в основном контактируют, особое внимание следует уделять чистоте контактов, частота стирки которых должна быть указана в инструкции по эксплуатации для автоматизации. Каждый визит в котельную записывается в журнале, где отмечаются время проверки, результаты и принятые меры.

Описанные выше проблемы систем автоматизации обслуживания касаются котлов, работающих не только с газообразным, но и с жидким топливом с использованием системы автоматизации АМСО и других систем.

Остановка котла. Для остановки котла необходимо: закрыть кран на спуск к котлу и кранам перед всеми горелками; Открыть кран на свече; Закрыть клапан на выходе из воды из котла и краном на линии подачи газа в газовоздушный регулятор (после охлаждения котла). Аварийная остановка котла. Оператор обязан остановить котел, если прекращается подача газа или воздуха, газовые линии или газовое оборудование повреждены.

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		60

Запуск гидравлического разрыва. ГРП должен быть запущен после разрыва в следующем порядке:

– при входе в установку убедиться, что отсутствует загазованность и должна быть провентилирована, открыть двери и окна или использовать вентиляционные устройства;

– проверить состояние и положение клапанов ГРП: все клапаны и клапаны. В дополнение к клапанам после регулятора передние счетчики и после них должны быть закрыты, а кран на гидравлическом затворе или свече зажигания (после регулятора) открыт;

– подключить манометры на входе и после регулятора;

– Осторожно открыть клапан на входе блока гидроразрыва и убедиться, что для работы устройства достаточно давления газа;

– проверить (при внешнем осмотре) работоспособность регулятора (для регуляторов типа RD, состояние сжатия пружины);

– осмотреть предохранительный запорный клапан и поднять пластину с помощью рычага и зафиксировать его в этом положении;

– убедиться, что байпасные клапаны и импульсная трубка закрыты.

Если есть водяное уплотнение, убедиться, что бак заполнен водой до указанного уровня.

Если котел готов к поступлению газа, осторожно открыть затвор с задвижками, а затем после регулятора; Затем очень медленно, наблюдая за показаниями манометра до и после регулятора, чтобы открыть болт перед ним; Давление газа после регулятора не должно подниматься выше 400-600 Па (40-60 мм рт. Ст.); Затем постепенно добавлять необходимую нагрузку на мембрану регулятора до тех пор, пока давление газа не достигнет требуемого уровня. С помощью контрольного регулятора, открыв перед ним болт и убедившись, услышав, что газ идет, и его давление за регулятором (при открытии ворот) не увеличивается, медленно и плавно открыть его. Тем самым отрегулировать давление газа за регулятором до требуемого значения.

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		61

Убедившись в стабильной работе контроллера, откройте клапан на импульсной трубке предохранительного отсечного клапана и, подняв ударный молоток, зацепите его рычагом рычага головки клапана. Затем закройте свечку очистки и выключите водяной и ртутный манометры, так как в случае неисправности регулятора и повышения давления газа позади него жидкость из манометра может быть выброшена, а помещение блока гидроразрыва газифицируется.

3.2 Экономический эффект от предложенных рекомендаций

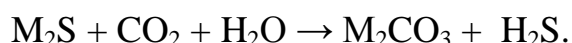
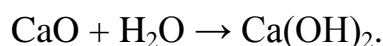
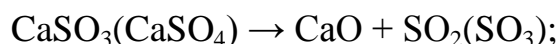
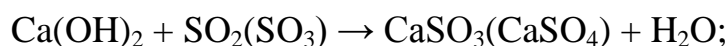
В нашем случае речь идет о работе небольшой котельной мощностью 200 кВт с коэффициентами очистки газовоздушной смеси от пыли на зольных коллекторах до 0 %. Этот объект превышает максимально допустимый выброс в атмосферу пыли и сернистого ангидрида. Снижение концентраций может быть достигнуто путем применения методов очистки газовоздушной смеси от оксидов серы и пыли. Кроме того, максимальная концентрация сернистого ангидрида и пыли в грунтовом слое атмосферы может быть уменьшена до значения ниже МПК, увеличивая высоту трубы до 82 метров. Однако увеличение высоты трубы не приведет к фактическому сокращению выбросов, а только к увеличению его дисперсии в атмосфере.

Оксиды серы могут быть удалены путем химической чистки:

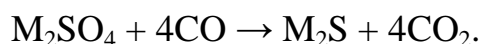
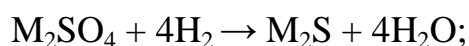
Метод абсорбции (хемосорбция). В этом способе горячий дымовой газ сначала очищают от твердых частиц, а затем пропускают через слой гидратированной золы бурого угля. Он содержит 50 % свободного гидроксида кальция, который реагирует с диоксидом серы и триоксидом серы в дымовых газах, образуя сульфит и сульфат кальция. Когда зола отработанного угля нагревается до высокой температуры, эти газы диспергируются, и после повторной гидратации абсорбер можно снова использовать. Химические реакции этого процесса заключаются в следующем:

Этот метод не так эффективен, как другие: с его помощью обычно удаляются только около 80 % оксидов серы, содержащихся в дымовых газах.

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		62



Затем M_2SO_4 преобразуется в сульфиды в результате обработки:



Для лучшей очистки дымовых газов в тех случаях, когда твердое топливо сжигается в слое, а количество дымовых газов не превышает 1,4 м³ / с (50 - 103 м³/ч), т.е. Тепловая мощность котельной не более 3,5 МВт (3 Гкал / ч), используются циклоны НИИОГАЗ.

Принцип циклона основан на скручивании тангенциального канала 2 входящего потока пылевого дымового газа с последующим изменением направления движения (резкий поворот). Из-за центробежных сил более тяжелые частицы золы прижимаются к стенкам циклона и скользят вниз в емкость; Очищенные газы через расположенное в центре сопло поступают в выпускную коробку. Удаление золы из контейнера в канал или другое устройство осуществляется через специальный люк.

Увеличение диаметра циклона и доли мелких твердых частиц снижает эффективность очистки газа, которая в среднем на одном циклоне составляет 85%. Поэтому для одиночных установок предлагается конический циклон типа SK-CN, который позволяет в 2-3 раза уменьшить содержание мелких частиц в уходящих газах.

Для проведения очистки из SO₂ методом абсорбции необходимо предварительно очистить газопылевую смесь от ее пылевого компонента, что, по-видимому, целесообразно реализовать с использованием циклона НИИОГАЗ и циклона типа СК-ЦН, с конструкцией, соответствующей параметрам газоздушной смеси. Если, конечно, все это возможно, тогда мы получим около

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		63

85 % пыли, а также в топке и, после прохождения бурой угольной золы, 80 % очистки SO₂.

Расчет предотвращенного ущерба

Массы выбрасываемых веществ:

$$M_{ТВЧ} = B \cdot A^r \cdot \chi \cdot (1 - \eta)$$

$$M_{ТВЧ} = 193 \text{ м/г} \cdot 39\% \cdot 0,0019 \cdot (1 - 0,85) = 2,15 \text{ м/г}$$

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot S' \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2})$$

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot 193 \text{ м/г} \cdot 6,1\% \cdot (1 - 0,1) \cdot (1 - 0,8) = 2,9 \text{ м/г}$$

$$M_{CO} = 0,001 \cdot C_{CO} \cdot B \cdot (1 - q_4 / 100),$$

$$C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q_i^r$$

$$C_{CO} = 2 \cdot 1 \cdot 9,88 = 19,76$$

$$M_{CO} = 0,001 \cdot 19,76 \cdot 192 \text{ м/г} \cdot (1 - 2 / 100) = 3,72 \text{ м/г};$$

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \beta)$$

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot 192 \text{ м/г} \cdot 9,88 \cdot 0,18 \cdot (1 - 0) = 0,34 \text{ м/г}$$

Таблица 21 – Оценка экономического ущерба от загрязнения окружающей среды

Вещество	Количество
NO2	41
SO2	22
CO	1
CO2	3,16

$$\gamma = 240 \text{ руб/год}$$

$$\delta = 4$$

$$Y = \gamma \cdot \delta \cdot f \cdot M$$

$$f = \frac{100}{100 + \varphi \cdot H} \cdot \frac{4}{1 + \nu}$$

$$\varphi = 1 + \frac{T}{75};$$

$$M = \sum_1^i A_i \cdot m_i;$$

$$\varphi = 1 + \frac{30}{75} = 1,4$$

$$f = \frac{100}{100 + 1,4 \cdot 31} \cdot \frac{4}{1 + 3} = 0,7$$

$$M = 200 \cdot 14,23 + 22 \cdot 14,52 + 1 \cdot 3,72 + 41 \cdot 0,34 = 2846 + 319,44 + 3,72 + 13,9 = 3183,1 \text{т/г}$$

$$Y = 240 \cdot 4 \cdot 0,7 \cdot 3183,1 = 2139043,2 \text{руб/г}$$

Ущерб, причиненный этим объектом в этих условиях эксплуатации, составляет 2 139 043 рубля 20 копеек в год.

Конечный ущерб:

$$Y_k = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot M;$$

$$f = \frac{100}{100 + \varphi \cdot h} \cdot \frac{4}{1 + v};$$

$$\varphi = 1 + \frac{\Delta T}{75};$$

$$\varphi = 1 + \frac{30^\circ\text{C}}{75} = 1,4$$

$$f = \frac{100 \cdot 4}{(100 + 1,4 \cdot 31\text{м}) \cdot (1 + 3\text{м/с})} = \frac{400}{573,6} = 0,697 \approx 0,7;$$

$$M = \sum A_i \cdot M_i;$$

$$M = 200 \cdot 2,15 \text{т/г} + 22 \cdot 2,9 \text{т/г} + 41 \cdot 0,34 \text{т/г} + 1 \cdot 3,72 \text{т/г} = 430 + 63,8 + 13,9 + 3,72 = 511,42 \text{т/г};$$

$$Y_k = 240 \text{руб} \cdot 4 \cdot 0,7 \cdot 511,42 \text{т/г} = 343674,24 \text{руб/г}$$

Без очистки ущерб воздушному бассейну составил бы 2 139 043 рублей 20 коп в год, а с очисткой – 343674,24 руб/г.

Таким образом, предотвращенный ущерб составит:

$$\Pi = Y_n - Y_k = 2139043,2 - 343674,24 = 1795368,96 \text{руб.}$$

Удельный предотвращенный ущерб:

$$\Pi_u = \frac{\Pi}{Q}$$

Q-кол-во топлива сожженного за год:

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		65

$$P_y = \frac{1795368,96}{192} = 9350,88 \text{ руб / г.}$$

Расчет рассеивания в атмосфере вредных веществ после очистных мероприятий.

$$M_{\text{п}} = 2,15 \text{ т/г} = 0,068 \text{ г/с}$$

$$M_{\text{SO}_2} = 2,9 \text{ т/г} = 0,092 \text{ г/с}$$

$$M_{\text{CO}_2} = 0,12 \text{ г/с}$$

$$M_{\text{NO}_2} = 0,01 \text{ г/с}$$

$$C_{\text{п}} = \frac{200 \cdot 0,068 \cdot 3 \cdot 1,4 \cdot 3}{31^2 \sqrt[3]{0,05 \cdot 30}} = \frac{171,8}{1100,1} = 0,16 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{\text{SO}_2} = \frac{200 \cdot 0,092 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 3}{31^2 \sqrt[3]{0,05 \cdot 30}} = \frac{77,28}{1100,1} = 0,07 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{ПЫЛЬ} = \frac{0,16}{0,15} = 1,1$$

$$\text{SO}_2 = \frac{0,07}{0,05} = 1,4$$

Классификация предприятия и точечных источников выбросов ЗВ по степени воздействия на атмосферный воздух (после очистных мероприятий).

$$C_{\text{п}} = \frac{M_{\text{п}}}{V_{\text{ГВС}}} = \frac{0,068}{0,05} = 1,36 \text{ г/м}^3$$

$$C_{\text{SO}_2} = \frac{M_{\text{SO}_2}}{V_{\text{ГВС}}} = \frac{0,092}{0,05} = 1,84 \text{ г/м}^3$$

$$R = \frac{0,5}{31 + 0,5} \cdot \frac{1,36 \cdot 10^3}{0,5} = 0,01587 \cdot 2720 = 43,17$$

$$\text{ТПВ}_{\text{пыли}} = 10^3 \frac{0,068}{0,5} = 0,14 \cdot 10^3 = 136 \text{ м}^3/\text{с}$$

По пыли относится к III классу

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		66

$$R_{SO_2} = \frac{0,5}{31+0,5} \cdot \frac{1,84 \cdot 10^3}{0,5} = 0,01587 \cdot 3680 = 58,4$$

$$ТПВ_{SO_2} = 10^3 \frac{0,092}{0,5} = 0,184 \cdot 10^3 = 184 \text{ м}^3/\text{с}$$

По SO₂ относится к III классу

Класс предприятия

$$П_1 = \sum (ТПВ \cdot R)$$

$$П = (136 \cdot 43,17) + (184 \cdot 58,4) + (4000 \cdot 12,7) + (117,6 \cdot 37,34) = 5871,12 + 10745,6 + 50800 + 4391,184 = 71807,9 = 7,18 \cdot 10^4$$

В результате проведения мероприятий класс опасности котельной не изменился. Таблица расчета расстояний от трубы по разным направлениям, на которых проявляется определенная концентрация.

Таблица 22 – Расстояния от трубы по разным направлениям до очистки от пыли:

С	Х	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
		0.68	0.71	0.58	0.77	1.03	1.17	0.86	0.69
6,87	70	47,6	49,7	40,6	53,9	72,1	81,9	60,2	48,3

Таблица 23 – Расстояния от трубы по разным направлениям до очистки газа:

С	Х	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
		0.68	0.71	0.58	0.77	1.03	1.17	0.86	0.69
7,25	140	95,2	99,4	81,2	107,8	144,2	163,8	120,4	96,6

Таблица 24 – Расстояния от трубы по разным направлениям после очистки газа:

С	Х	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
		0.68	0.71	0.58	0.77	1.03	1.17	0.86	0.69
1,4	140	95,2	99,4	81,2	107,8	144,2	163,8	120,4	96,6

Таблица 25 – Расстояния от трубы по разным направлениям после очистки от пыли:

С	Х	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
		0.68	0.71	0.58	0.77	1.03	1.17	0.86	0.69
1,1	70	47,6	49,7	40,6	53,9	72,1	81,9	60,2	48,3

Поля техногенного загрязнения атмосферы воздуха выбросами котельной представлены в приложении

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Типичный паспорт безопасности опасного объекта (далее «Паспорт») предназначен для решения ряда задач, в том числе:

- определение показателей степени риска чрезвычайных ситуаций для персонала опасного объекта и лица, проживающего вблизи населения;
- определение возможности аварийных ситуаций на опасном объекте;
- оценка возможных последствий чрезвычайных ситуаций на опасном объекте;
- оценка возможного воздействия чрезвычайных ситуаций, возникших на соседних опасных объектах;
- оценка состояния работы по предотвращению чрезвычайных ситуаций и готовности к ликвидации чрезвычайных ситуаций на опасном объекте;
- разработка мер по снижению риска и смягчению последствий чрезвычайных ситуаций на опасном объекте.

Прогнозирование последствий чрезвычайных ситуаций, проводимых в ходе разработки паспорта безопасности, должно проводиться в соответствии с нормативными правовыми документами, которые указаны в Методических рекомендациях для прогнозирования возникновения и последствий Чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации (МЧС России, 1998 г.).

Как известно, основной задачей сертификации опасных (в том числе пожароопасных) объектов является оценка риска, который они создают в результате техногенных аварийных ситуаций для персонала и населения. Сравнить значения, полученные с максимально допустимым риском и разработать, при необходимости, меры, позволяющие уменьшить этот риск. В свою очередь, риск того, что люди (персонал и население вблизи опасного объекта) будет травмирован в определенной степени, зависит от следующих обстоятельств:

- 1) вероятность возникновения аварийной ситуации на опасном объекте;

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		69

2) модели уменьшения с расстоянием интенсивности повреждающих факторов ЭС;

3) вероятность нахождения людей в определенном районе, прилегающем к опасному объекту территории (акватории).

Рассматриваемый объект – газовая котельная, расположенная на северной окраине поселка Энсск. Котельная предназначена для выработки тепловой энергии и обеспечения тепла жилого сектора и объектов социальной и культурной жизни.

Топливом для котла является природный газ по ГОСТ 5542-87 [3].

Эксплуатация газовых котлов характеризуется общей схемой подготовки и технического обслуживания котельного и вспомогательного оборудования, непосредственно не связанного с газом, как при работе котлов на твердом топливе. Пуск в эксплуатацию газовых котельных после летнего перерыва производится машинистами в присутствии специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию котельной.

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		70

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 116 – ФЗ (ред. от 07.03.2017) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изм. и доп., вступ. в силу с 25.03.2017).

2 Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 117 – ФЗ (ред. от 03.07.2016) «О безопасности гидротехнических сооружений» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017).

3 Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123 – ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" , статья 2, ч.9.

4 Указ Президента РФ от 11.07.2004 г. № 868 (ред. от 22.03.2017) «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

5 Приказ МЧС РФ от 28.02.2003 г. № 105 «Об утверждении требований по предупреждению чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах и объектах жизнеобеспечения».

6 Приказ МЧС РФ от 8.06.2004 г. № 329 «Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях».

7 Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».

8 Приказ МЧС России от 25.03.2009 г. № 182 (ред. от 09.12.2010) «Об утверждении свода правил «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

9 Приказ МЧС РФ от 04.11.2004 г. № 506 «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта».

10 Приказ Ростехнадзора от 11.03.2013 г. № 96 (ред. от 26.11.2015) «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств»

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		71

11 Приказ Ростехнадзора от 27.12.2013 г. № 646 «Об утверждении Руководства по безопасности "Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте и газохимической промышленности».

12 Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 17.09.2015 г. № 365 «Об утверждении руководства по безопасности «Методика оценки риска аварий на технологических трубопроводах, связанных с перемещением взрывопожароопасных газов».

13 Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 г. № 144 «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».

14 Приложение к приказу МЧС РФ от 04.03.2004 г. № 506 « Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта».

15 РД 03-418-01 «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов»

16 РД 03-496-02 «Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах».

17 Безбородова, О.Е. Анализ риска опасных производственных объектов: методические указания по курсу «Управление техносферной безопасностью» / О.Е. Безбородова; под ред. Н.Н. Вершинина. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2014. – 44 с.

18 Хашковский А.В. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие по самостоятельной работе студентов / А.В. Хашковский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 95 с.

19 СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия.

20 СП 131.133330.2012. Строительная климатология.

21 ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		72

22 ГОСТ Р 12.3.047–2012. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

23 ГОСТ 5542-2014. Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия.

24 ГОСТ 10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент.

					20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат		73

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

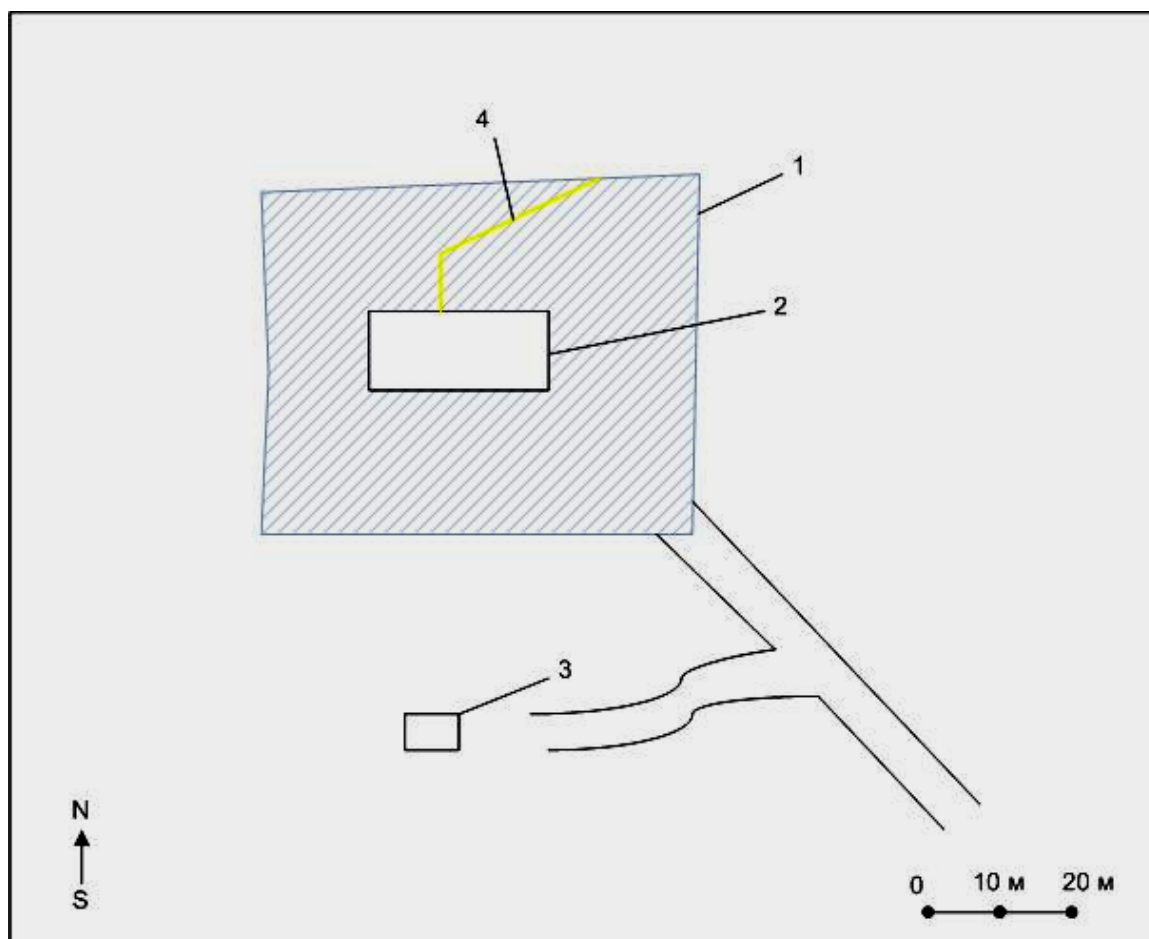


Рисунок 1 – Ситуационный план объекта (схематическое изображение):

1 – граница территории котельной, обозначенная забором без ворот; 2 – здание котельной; 3 – гаражное строение; 4 – наружный газопровод ВД)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат

20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР

Лист

74

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

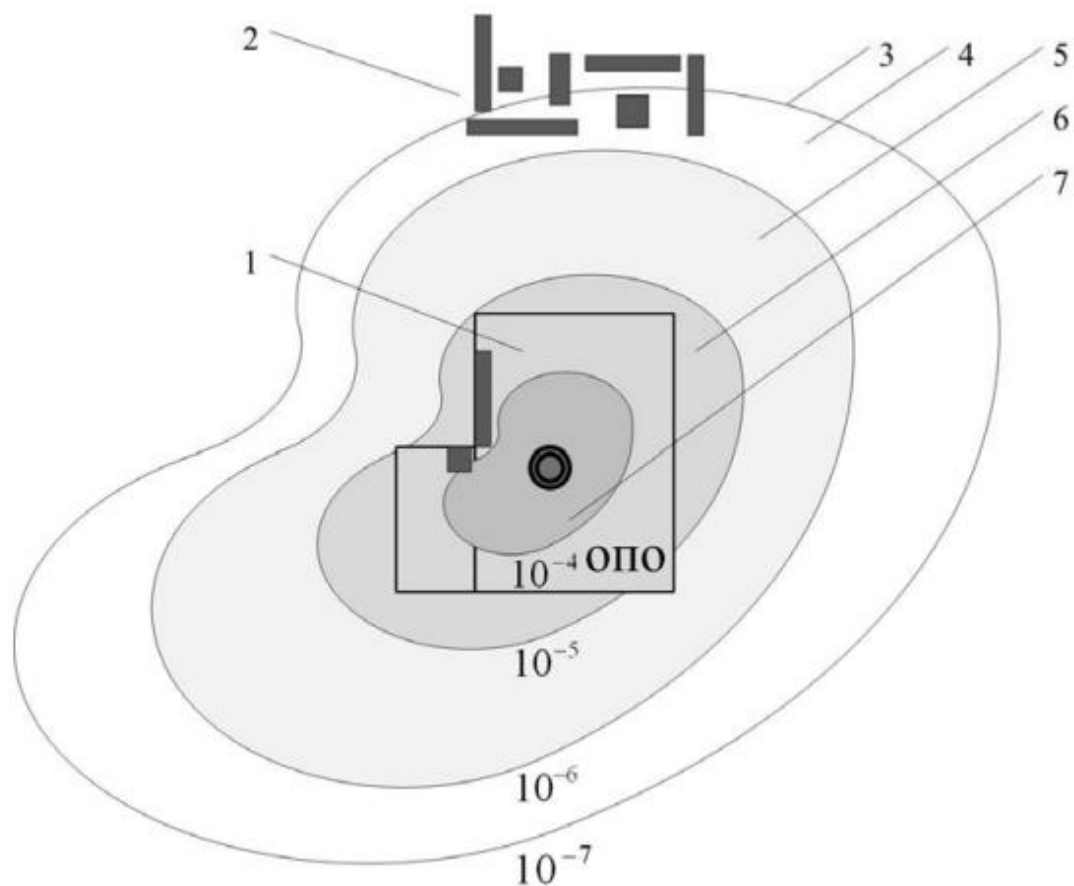


Рисунок 2 – Построение зон индивидуального риска

1 – ОПО (территория предприятия); 2 – территория жилой застройки; 3 – изо-
линии равного риска; 4-7 – зоны различной степени риска

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат

20.03.01.2017.997 ПЗ ВКР

Лист

75